

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 756 274**

51 Int. Cl.:

**A61B 3/032** (2006.01)

**A61B 3/028** (2006.01)

**A61B 3/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **15.11.2006 PCT/AU2006/001696**

87 Fecha y número de publicación internacional: **24.05.2007 WO07056796**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.11.2006 E 06804516 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.10.2019 EP 1948002**

54 Título: **Sistema y método de prueba de visión**

30 Prioridad:

**15.11.2005 AU 2005906336**

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

**27.04.2020**

73 Titular/es:

**CARL ZEISS VISION AUSTRALIA HOLDINGS LTD. (100.0%)  
Sherriffs Road  
Lonsdale, SA 5160, AU**

72 Inventor/es:

**FISHER, SCOTT, WARREN y  
FREELAND, WARWICK**

74 Agente/Representante:

**LEHMANN NOVO, María Isabel**

**ES 2 756 274 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**

Sistema y método de prueba de visión

**Campo de la invención**

5 La presente invención se refiere a pruebas de visión. En una aplicación típica, la presente invención puede usarse para evaluar la agudeza visual de una persona.

**Antecedentes de la invención**

10 Las pruebas de visión convencionales implican leer gráficos, observar fuentes de luz, o tomar decisiones sobre dónde o cuáles son los estímulos muy simplificados. Dichos métodos de prueba a menudo son tediosos, y requieren que la persona haga determinaciones repetidas de la claridad de una condición de visualización, o identifique símbolos. El proceso a menudo se lleva a cabo bajo condiciones bien controladas pero restrictivas.

En consecuencia, los profesionales pueden encontrar dificultades para mantener la atención de niños en estas condiciones, lo que afecta a la validez de los resultados.

15 En vista de lo anterior, los métodos de prueba existentes pueden no atraer a la persona que se somete a la prueba, especialmente a las personas jóvenes. La presente invención busca proporcionar un método y sistema de prueba de visión que sea más atractivo para la persona.

El documento WO-A-2004/038542 describe un método para chequear automáticamente disfunciones visuales en niños.

**Resumen de la invención**

La presente invención proporciona un método para probar la visión de una persona, según la reivindicación 1.

20 Un método de acuerdo con una realización de la presente invención se realizará típicamente en un entorno generado por ordenador, tal como un entorno similar a un juego de ordenador. Se espera que dicho entorno sea más atractivo para la persona que se somete a la prueba, particularmente para niños pequeños o jóvenes. Sin embargo, también se pueden usar otros entornos que no son juegos de ordenador, pero que también están configurados para atraer a la persona. Por ejemplo, una realización puede llevarse a cabo en un entorno generado por ordenador que crea una experiencia basada en un "tema" para la persona. En una realización, la persona puede seleccionar un tema que proporcione una secuencia de imágenes de prueba relacionadas con un tema basado en el deporte, en cuyo caso los símbolos de prueba pueden incluir iconos basados en el deporte.

30 Un entorno generado por ordenador también se espera que ofrezca ventajas adicionales. Por ejemplo, una prueba basada en ordenador puede permitir que la prueba se realice a través de una red informática, tal como Internet. Por ejemplo, en una realización, la persona puede acceder a la prueba activando, en un ordenador de cliente, una dirección que vincula el ordenador de cliente a un servidor que aloja un programa informático que contiene instrucciones ejecutables por el cliente o el servidor, para realizar la prueba.

35 En una realización, la visión de una persona se prueba en términos de su agudeza visual. Sin embargo, otras realizaciones pueden evaluar diferentes aspectos de la visión de una persona, tal como uno o más de la agudeza de la visión de cerca, la agudeza de la visión de lejos, la sensibilidad al contraste, la agudeza estereoscópica, la función binocular y las prestaciones de la visión periférica.

40 Típicamente, la secuencia de imágenes de prueba se presentará en, o por, un dispositivo de visualización de gráficos que tiene características de visualización adecuadas, tales como un dispositivo de visualización de un dispositivo de cristal líquido (LCD), un dispositivo de visualización de plasma, un dispositivo de visualización basado en un tubo de rayos catódicos (CRT) o un proyector de datos. Un dispositivo de visualización adecuado será capaz de presentar imágenes de prueba sin la adición de ninguna cantidad, o al menos con la adición de una cantidad mínima de artefactos visibles a los símbolos de prueba, al menos en un intervalo de tamaños de símbolos de prueba, para no afectar el resultado de la prueba.

45 La secuencia de imágenes de prueba puede presentarse como una secuencia de imágenes de prueba dinámicas en el sentido de que cada imagen de prueba puede incluir características de imagen en movimiento, incluidos símbolos de prueba en movimiento, y por lo tanto ser de naturaleza dinámica. Alternativamente, la secuencia puede incluir una secuencia de imágenes de prueba estáticas que, cuando se presentan en la secuencia, forman una secuencia dinámica de imágenes en el sentido de que las imágenes de prueba consecutivas contienen diferentes características de imagen. Por lo tanto, a lo largo de esta especificación, las referencias al término "dinámico", cuando se usan para describir una imagen o una secuencia de imágenes de prueba, deben entenderse como una referencia a una imagen, o a una secuencia de imágenes, que cambia de aspecto con el tiempo de tal modo que la imagen, o la secuencia de imágenes, implica movimiento o movimiento de las características de la imagen, ya sea en la imagen o en la secuencia de imágenes.

En una realización, cada imagen de prueba es una imagen dinámica que abarca un intervalo de prueba particular de una secuencia. En tal realización, y a modo de ejemplo, cada imagen de prueba puede incluir un video o una imagen animada que abarca un intervalo de prueba con una duración definida por la hora de inicio y la hora de finalización. En tal caso, la secuencia de imágenes de prueba puede incluir una secuencia de imágenes de prueba en donde cada imagen de prueba comprende un video discreto o una imagen animada y en donde la duración de la secuencia es la suma de los intervalos de prueba para las imágenes de prueba que comprenden la secuencia.

Aunque una realización de la presente invención puede usar imágenes de prueba dinámicas que incluyen, por ejemplo, un video o una imagen animada, un método de acuerdo con otra realización puede usar una secuencia de imágenes de prueba en forma de una secuencia de imágenes de prueba estática, dispuesta de manera que las imágenes de prueba consecutivas sean diferentes. En otras palabras, en tal realización, las imágenes de prueba consecutivas en la secuencia pueden ser diferentes, de modo que la propia secuencia es de naturaleza dinámica.

Los símbolos de prueba pueden tener cualquier forma adecuada y pueden incluir, por ejemplo, números, letras, signos, iconos u otras representaciones visuales. En una realización, cada símbolo de prueba es un optotipo.

El símbolo objetivo se seleccionará típicamente de uno de un intervalo de símbolos de prueba que se pueden visualizar y se identificará típicamente a la persona en el mismo dispositivo de visualización que presenta la secuencia de imágenes de prueba. Desde luego, se apreciará que el símbolo objetivo se puede identificar a la persona de otras maneras, incluyendo, por ejemplo, el uso de una señal de audio que identifica el símbolo objetivo. El símbolo objetivo puede ser el mismo para cada imagen de prueba o cada secuencia de imágenes de prueba, o puede ser diferente.

En una realización, la secuencia de imágenes de prueba está dispuesta para incluir uno o más símbolos de prueba que tienen un tamaño que se agranda progresivamente durante un intervalo de prueba. Por lo tanto, la presente invención también proporciona un método para probar la visión de una persona, incluyendo el método: proporcionar una imagen de prueba que incluye un símbolo de prueba que tiene un tamaño que, durante un intervalo de prueba, se amplía progresivamente desde un tamaño en el que el símbolo es irreconocible para la persona a un tamaño en el cual el símbolo es reconocible para la persona; activando la persona un control en el instante, durante el intervalo de prueba, en el que la persona reconoce el símbolo; y correlacionando el tamaño del símbolo de prueba, en el momento de la activación, con una métrica de visión.

Aunque una realización de la presente invención se basa en información de tamaño (tal como información de tamaño angular) para los símbolos de prueba con el fin de obtener un resultado de prueba, una persona experta apreciará que la presente invención puede configurarse para realizar pruebas de visión que utilizan, o varían, otras características de los símbolos de prueba.

En una realización, solo algunas de las imágenes de prueba incluyen un símbolo de prueba que replica la forma del símbolo objetivo, mientras que otras imágenes de prueba pueden incluir un símbolo de prueba que es diferente del símbolo objetivo. Por consiguiente, no es esencial que cada imagen de prueba incluya un símbolo de prueba que tenga una forma que reproduzca la forma del símbolo objetivo.

En una realización que incluye imágenes de prueba que incluyen un símbolo de prueba que se amplía progresivamente durante un intervalo de prueba, la persona normalmente activará el control en el instante, durante el intervalo de prueba, en el que la persona reconoce que el símbolo de prueba tiene una forma que replica el símbolo objetivo. En otras palabras, la persona activará el control en el instante en el que el tamaño angular del símbolo de prueba, o el tamaño angular de las características del símbolo de prueba, sea tal que la persona pueda discriminar que el símbolo de prueba tiene una forma, o patrón espacial, que replica los del símbolo objetivo.

En otra realización, en la que la secuencia de imágenes de prueba incluye un conjunto de imágenes de prueba estáticas, las imágenes de prueba consecutivas pueden diferir en respuesta a la activación del control por parte de la persona. Por ejemplo, en una realización, el tamaño del uno o más símbolos de prueba incluidos en cada imagen de prueba puede diferir entre imágenes de prueba consecutivas de modo que una primera imagen de prueba puede incluir un conjunto de símbolos de prueba de un primer tamaño y una imagen de prueba consecutiva que incluye un conjunto de símbolos de prueba de menor o mayor tamaño. Por ejemplo, en una realización, se requiere que la persona active el control al reconocer uno de los símbolos de prueba seleccionados como una réplica de la forma del símbolo objetivo. Si la activación del control por parte de la persona es indicativa de que la persona reconoce correctamente y así discrimina correctamente, el símbolo de prueba que replica la forma del símbolo objetivo, entonces la siguiente imagen de prueba en la secuencia puede incluir un conjunto de símbolos de prueba que tienen un tamaño más pequeño que los símbolos de prueba de la primera imagen de prueba, siendo la idea general que el tamaño de los símbolos de prueba continuará reduciéndose de tamaño para otras imágenes de prueba en la secuencia en respuesta a que la persona reconoce correctamente el símbolo de prueba que replica la forma del símbolo objetivo. Por otro lado, si la activación del control por parte de la persona indica que la persona no reconoce y, así, discrimina incorrectamente el símbolo de prueba que replica la forma del símbolo objetivo de los otros símbolos de prueba presentados, entonces la siguiente imagen de prueba en la secuencia puede incluir un conjunto de símbolos de prueba que tienen un tamaño mayor que la primera imagen de prueba. Así, en una realización, independientemente de si la persona activa correcta o incorrectamente el control, imágenes de prueba consecutivas diferirán en respuesta a la activación del control por la persona.

Para el resto de la descripción, una activación que es indicativa de que la persona reconoce correctamente un símbolo de prueba que replica la forma del símbolo objetivo se denominará en el presente documento "activación correcta", mientras que una activación que es indicativa de que la persona reconoce incorrectamente un símbolo de prueba se denominará "activación incorrecta".

5 La activación del control puede incluir que la persona active cualquier control adecuado. Por ejemplo, el control puede incluir, por ejemplo, un dispositivo de entrada como una interfaz de pantalla táctil superpuesta en la pantalla, un ratón, una bola de seguimiento, un control de joystick, un interruptor inalámbrico, un micrófono, un teclado, un teclado alfanumérico, una almohadilla táctil, un botón, un dispositivo de detección de movimiento, u otro dispositivo de entrada adecuado. Típicamente, el control se configurará para comunicar con un procesador que ejecuta un programa de  
10 ordenador para proporcionar la secuencia de imágenes de prueba, procesar el tratamiento de un valor de parámetro asociado con las activaciones y correlacionar el valor del parámetro con una métrica de visión.

La secuencia de imágenes de prueba puede terminar en respuesta a la detección de un valor umbral específico indicativo del grado en el que la persona es capaz de reconocer correctamente los símbolos de prueba, de un tamaño particular, que replican la forma del símbolo objetivo. Típicamente, el umbral será un valor umbral mínimo indicativo de la  
15 fiabilidad con la que la persona puede reconocer un tamaño particular de los símbolos de prueba. Típicamente, el valor umbral mínimo será para el símbolo de prueba de tamaño más pequeño que la persona pueda reconocer de manera fiable en ese valor umbral.

El valor umbral mínimo puede incluir un valor umbral predefinido, expresado como un porcentaje, como por ejemplo, un nivel umbral de rendimiento correcto del 50%, 75% o 95% para un símbolo objetivo particular.

20 En una realización, se usa una estimación paramétrica mediante un procedimiento de escalera de prueba secuencial con un valor umbral del 75%. En tal realización, para imágenes de prueba estáticas consecutivas que incluyen uno o más símbolos de prueba, el tamaño del símbolo de prueba que replica el símbolo objetivo puede aumentarse o disminuirse hasta que se alcance un valor umbral correcto del 75%, en cuyo punto la secuencia, y por lo tanto la prueba ha finalizado.

25 Aunque en una realización la secuencia de imágenes de prueba puede terminar en respuesta a la detección de un valor umbral particular, éste no tiene por qué ser el caso en todas las realizaciones. Por ejemplo, en otra realización, la secuencia puede terminar al final de una duración especificada previamente, o después de la visualización de un número especificado de imágenes de prueba.

30 En términos de procesamiento de la información de activación, dicha información puede incluir información que sea indicativa del tamaño del símbolo de prueba en el instante en que se activó el control, información relacionada con los tiempos de respuesta, información que identifica el grupo o tipo de símbolo de prueba para cada activación correcta, o información que identifica la precisión de activación de la persona en términos de una proporción que expresa el número de veces que ha reconocido correctamente los símbolos de prueba de diferentes tamaños contra el número de veces que se han presentado los símbolos de prueba de ese tamaño.

35 El tamaño puede expresarse en términos de un ángulo mínimo de resolución (MAR) o derivados del MAR, tal como una derivada logarítmica (LogMAR) o una derivada decimal. Como se apreciará, el ángulo mínimo de resolución es igual al ángulo visual (generalmente expresado en minutos de arco) subtendido por un símbolo de prueba, o las características de un símbolo de prueba, en el ojo de la persona.

40 En una realización, el procesamiento de la información de activación incluye el procesamiento de información de tamaño para cada uno de los símbolos de prueba asociados con activaciones correctas para obtener un parámetro en forma de un valor estadístico basado en el tamaño de esos símbolos de prueba. Por ejemplo, en una realización en la que los símbolos de prueba se amplían progresivamente desde un tamaño en el que el símbolo de prueba es irreconocible para la persona hasta un tamaño en el que el símbolo de prueba es reconocible para la persona, el procesamiento de un valor de parámetro asociado con las activaciones puede incluir procesar información de tamaño para cada uno de los  
45 símbolos de prueba asociados con activaciones correctas en los instantes respectivos cuando se activó el control para calcular un valor estadístico derivado para la información de tamaño. En tal realización, el procesamiento de la información de activación puede también tener en cuenta activaciones incorrectas.

Se puede usar cualquier valor estadístico adecuado, incluyendo por ejemplo, la media, la mediana o la desviación estándar del tamaño de los símbolos de prueba asociados con las activaciones. A este respecto, el tamaño de los  
50 símbolos de prueba puede expresarse dimensionalmente (por ejemplo, en términos de las características de altura y anchura), o en términos de la resolución angular de los símbolos de prueba para una distancia específica desde el dispositivo de visualización como MAR, LogMAR, o un equivalente decimal de MAR.

Aunque una realización usa uno o más valores estadísticos derivados del tamaño de los símbolos de prueba asociados con activaciones correctas, se apreciará que otros parámetros, o incluso otras combinaciones de parámetros, pueden usarse de manera similar, incluyendo, por ejemplo, el tiempo de activación (en otras palabras, el tiempo que la persona  
55 tarda en reconocer un símbolo de prueba que replica el símbolo objetivo). Por ejemplo, en una realización, la correlación

del valor del parámetro de activación con una métrica de visión incluye la correlación del tiempo transcurrido en el que se activó el control, en relación con el momento en que se presentó por primera vez una imagen de prueba a la persona.

5 En el método de la invención, la correlación del valor del parámetro con una métrica de visión incluye obtener un valor para una métrica de agudeza visual que tiene una relación predeterminada con el tamaño promedio de los símbolos de prueba asociados con las activaciones correctas. En dicho método, obtener un valor para una métrica de agudeza visual puede implicar recuperar, a partir de una escala de valores, un valor que tiene una relación predeterminada con el valor del tamaño promedio. Sin embargo, se apreciará que dicha escala también podría usarse para otros tipos de valores estadísticos. La correlación del valor del parámetro con la métrica de visión puede ser realizada por el procesador. Alternativamente, el procesador puede emitir el valor del parámetro para que lo use un usuario para  
10 recuperar un valor de una métrica de visión manualmente, tal como un gráfico o una tabla.

En otra realización, el valor estático es el tamaño más pequeño de los símbolos de prueba que la persona puede detectar en una relación que excede del valor umbral correcto. En tal realización, obtener un valor para una métrica de agudeza visual puede implicar recuperar, a partir de una escala de valores, un valor que tiene una relación predeterminada con el valor del valor de tamaño mínimo.

15 La escala puede expresarse en cualquier forma adecuada. Una escala adecuada puede expresar una relación cualitativa entre la agudeza visual y el valor estadístico. Por ejemplo, la escala puede expresar, para diferentes bandas respectivas de tamaños promedio, agudeza visual como "buena", "satisfactoria" o "pobre", o similar. Otra escala adecuada puede expresar la relación predeterminada entre la agudeza visual y el tamaño promedio cuantitativamente usando, por ejemplo, una métrica cuantitativa convencional de la agudeza visual.

20 En una realización, se proporciona una puntuación métrica de visión a la persona al completar el intervalo de prueba.

La presente invención proporciona un sistema para probar la visión de una persona según la reivindicación 13.

25 En un sistema de acuerdo con una realización de la presente invención, cada imagen de prueba en la secuencia de imágenes de prueba tiene la forma de una imagen gráfica dinámica que abarca un intervalo de prueba y que incluye un símbolo de prueba que se amplía progresivamente durante un intervalo de prueba. En tal realización, el símbolo se amplía desde un tamaño en el que el símbolo es irreconocible para la persona a un tamaño en el que el símbolo es reconocible para la persona. Así, la presente invención también proporciona un sistema interactivo para probar la visión de una persona, que incluye: un dispositivo de visualización gráfica; un procesador gráfico para proporcionar, en el dispositivo de visualización gráfica, una imagen gráfica dinámica que incluye un símbolo de prueba que se amplía progresivamente durante un intervalo de prueba, ampliándose el símbolo de prueba desde un tamaño en el que el símbolo es irreconocible para la persona a un tamaño en el que el símbolo es reconocible para la persona; un medio de control para la activación en el instante, durante el intervalo de prueba, de que la persona reconoce el símbolo en el dispositivo de visualización; y un procesador para correlacionar la activación del control con una métrica de visión.

En una realización, el sistema interactivo tiene la forma de un juego de ordenador.

La presente invención proporciona además un juego de ordenador según la reivindicación 14.

35 Se espera que la presente invención encuentre aplicación en el chequeo visual del tipo que se realiza tradicionalmente usando pruebas de tipo anillo de Landolt, una prueba de Lea o un gráfico Snellen. Sin embargo, se considera que la presente invención proporcionará una prueba que se espera sea más atractiva, particularmente para niños pequeños o jóvenes.

### Breve descripción de los dibujos

40 La presente invención se describirá a continuación en relación con una realización preferida como se ilustra en los dibujos adjuntos. Sin embargo, debe apreciarse que la materia ilustrada presenta solo una técnica para la realización de la invención. Se consideran otras configuraciones y disposiciones que también están dentro del alcance de la invención como se describe generalmente antes. En los dibujos:

La fig. 1 es un diagrama de bloques simplificado de un sistema de acuerdo con una realización de la presente invención;

45 La fig. 2 es un diagrama de flujo de un método de prueba visual de acuerdo con una realización de la presente invención

La fig. 2 es un diagrama de flujo de un método de prueba visual de acuerdo con una realización de la presente invención;

La fig. 3 es un ejemplo de un par de símbolos de prueba para usar con el sistema de la figura 1;

La fig. 4 es una secuencia ejemplar de imágenes de prueba para una realización del método de la presente invención;

La fig. 5 es otra secuencia ejemplar de imágenes de prueba para la realización del método mostrada en la fig. 4;

La fig. 6 es un ejemplo de una secuencia de imágenes de prueba para un método de acuerdo con una segunda realización de la presente invención;

La fig. 7 es un diagrama de flujo ejemplar para la realización del método que se muestra en la fig. 6;

5 La fig. 8 es un ejemplo de escala de una relación predeterminada adecuada para correlacionar un parámetro con una métrica de visión;

La fig. 9 es otro ejemplo de escala de una relación predeterminada adecuada para correlacionar un parámetro con una métrica de visión;

La fig. 10 es una secuencia ejemplar de imágenes de prueba para un método de acuerdo con una tercera realización de la presente invención; y

10 La fig. 11 es otra secuencia ejemplar de imágenes de prueba para la realización del método que se muestra en la fig. 10.

### Descripción detallada de realizaciones

En la siguiente descripción, será conveniente describir varias realizaciones de la invención haciendo referencia a diversas aplicaciones que se refieren a probar la agudeza visual de una persona. Sin embargo, se ha considerado que el método propuesto para evaluar la visión de una persona será aplicable a un amplio intervalo de pruebas visuales, tales como la prueba de estereopsis, la prueba de sensibilidad al contraste, la disparidad de fijación, el equilibrio muscular y la visión del color.

15

Con referencia en primer lugar a la fig. 1, se muestra un diagrama de bloques simplificado de un sistema 100 ejemplar para realizar una prueba visual de acuerdo con una realización de la presente invención. En la realización representada, los elementos de hardware del sistema 100 incluyen un dispositivo 102 de visualización, un procesador 104 de gráficos, un procesador 106 y un control 108 (mostrado aquí como un ratón).

20

En la realización ilustrada, el sistema 100 incluye como ordenador de sobremesa 110, tal como un ordenador de sobremesa compatible con IBM equipado con memoria de programa que almacena software informático de aplicación que es ejecutable por el procesador 106 del ordenador 110 para proporcionar un entorno de aplicación para llevar a cabo el método. El diseño de software informático adecuado para llevar a cabo el método estaría dentro de las capacidades de un programador informático experto.

25

En el presente caso, dado que el sistema 100 incluye un ordenador de sobremesa 110, el procesador gráfico 104 y el procesador 106 están incluidos como módulos de ese ordenador. Por ejemplo, el procesador 106 se instalará en un componente de la placa base del ordenador 110, y el procesador de gráficos se instalará en un componente de tarjeta gráfica del ordenador 110. Por supuesto, se apreciará que otros tipos de ordenadores serán adecuados para su uso en una realización del sistema. Por ejemplo, un ordenador portátil, un ordenador de mano o un ordenador diseñado a medida también pueden ser adecuados. Además, el sistema 100 puede implementarse usando hardware, software o una combinación de los mismos y puede implementarse en uno o más sistemas informáticos o sistemas de procesamiento. De hecho, la funcionalidad del sistema 100 puede ser proporcionada por uno o más sistemas informáticos.

30

En la realización ilustrada, el dispositivo 102 de visualización incluye un dispositivo de visualización de gráficos que es compatible con el ordenador 110. En una realización, el dispositivo 102 de visualización incluye un monitor de LCD de 17" que proporciona un tiempo de respuesta de 8 ms, un brillo de 300 cd/m<sup>2</sup> y una relación de contraste de 450:1. Sin embargo, se apreciará que pueden usarse en otras realizaciones otras configuraciones de dispositivos de visualización, que proporcionan diferentes especificaciones técnicas. Por ejemplo, el dispositivo 102 de visualización puede incluir un dispositivo de visualización de rayos catódicos (CRT) convencional, un proyector de visualización (tal como un proyector DLP DDR) o un dispositivo de visualización montado en la cabeza.

35

40

Como se explicará con más detalle más adelante, aunque la configuración y las especificaciones técnicas de los dispositivos 102 de visualización adecuados pueden variar, es importante que el dispositivo 102 de visualización sea capaz de resolver características específicas de los símbolos de prueba generados durante la prueba sin introducir artefactos visibles que pueden afectar negativamente a la precisión de los resultados de la prueba, al menos para un rango de tamaños de símbolos de prueba.

45

Con referencia ahora a la fig. 2, en la etapa 200 el procesador gráfico 104 (ref. Fig. 1) proporciona, en el dispositivo 102 de visualización gráfica (ref. Fig. 1), una presentación que comprende una secuencia de imágenes de prueba, tales que cada imagen de prueba incluye uno o más símbolos de prueba. En la etapa 202, para cada imagen de prueba, o para cada secuencia, también se presenta un símbolo objetivo, y así se identifica a la persona que se somete a la prueba.

50

En la etapa 204, la persona ve cada imagen de prueba en la secuencia y activa el control 108 (ref. Fig. 1) en respuesta al reconocimiento de un símbolo de prueba que replica la forma del símbolo objetivo. En la etapa 206, el procesador 106

procesa la información de activación para obtener un valor de parámetro asociado con las activaciones y luego, en la etapa 208, correlaciona el valor del parámetro con una métrica de visión que expresa el resultado de la prueba.

Se describirán a continuación varios ejemplos de diferentes métodos para realizar una prueba visual de acuerdo con diferentes realizaciones de la presente invención para ayudar al lector a comprender la presente invención.

5 **Ejemplo 1**

La fig. 3 a la fig. 5 se refieren a un ejemplo de una realización de la presente invención que presenta una secuencia de imágenes de prueba de modo que cada imagen de prueba incluye un único símbolo de prueba que se amplía durante la duración de la secuencia. En el presente caso, cada símbolo de prueba se amplía gradualmente a lo largo de un intervalo de tamaños.

10 En referencia en primer lugar a la fig. 3, antes del comienzo de la prueba, se presentan a la persona que se somete a la prueba un par de elementos de imagen (mostrados aquí como imágenes de una nave espacial) que incluyen los símbolos de prueba 302, 304. En este ejemplo, el par de símbolos de prueba 302, 304 incluye un símbolo 302 de "F" y un símbolo 304 de "E". Normalmente, los símbolos de prueba 302, 304 serán optotipos, sin embargo, por razones de claridad, no se han representado como tales en la fig.3 a la fig.5.

15 En el presente caso, cada símbolo de prueba 302, 304 está asociado con un elemento de imagen respectivo (en este caso, una imagen de una "nave espacial") para añadir más interés a la prueba. No es esencial que los símbolos de prueba 302, 304 estén asociados con un elemento de imagen respectivo.

20 Uno de los símbolos de prueba 302, 304 se identifica a la persona que se somete a la prueba como un símbolo objetivo (se muestra etiquetado como "amigable"). Durante la prueba, la persona ve una secuencia de imágenes de prueba y activa los medios de control 108 (ref. fig.1) al reconocer, en la secuencia de imágenes de prueba, un símbolo de prueba que replica la forma del símbolo objetivo. Por lo tanto, en el presente caso, se le indica a la persona que active los medios de control 108 (ref. fig. 1) al reconocer el símbolo 204 de "E", lo que típicamente ocurrirá cuando el símbolo 204 de prueba tenga un tamaño que sea suficientemente grande para que la persona discrimine las características del símbolo de prueba y, así reconozca que un símbolo de prueba tiene una forma que replica la del símbolo objetivo 204.

25 La fig. 4 y la fig. 5 muestran diferentes secuencias ejemplares de imágenes de prueba para una prueba de acuerdo con la primera realización.

30 Con referencia a la fig. 4, se muestra una secuencia 400 de imágenes de prueba 402, 404, 406, 408 para una prueba en la que el símbolo 302 de "E" se amplía progresivamente, durante un intervalo de prueba, desde un tamaño en el que el símbolo es irreconocible para la persona a un tamaño en el cual el símbolo es reconocible para la persona. Como se muestra, el entorno en el que se realiza la prueba se asemeja a un juego de ordenador. De hecho, en el presente caso, la activación de los medios de control 108 (ref. Fig. 1) activa una representación gráfica de un cañón disparando al elemento de imagen asociado con un símbolo de prueba 302.

35 En la secuencia ejemplar mostrada en la fig. 4, la persona ha activado el control 108 (ref. fig. 1) en respuesta al reconocimiento del símbolo de prueba en el tamaño presentado en la imagen de prueba 406. Sin embargo, se apreciará que las imágenes de prueba 402, 404, 406, 408 mostradas en la fig. 3 se muestran solo con fines ilustrativos. Típicamente, la secuencia 400 incluirá imágenes de prueba adicionales ubicadas entre las imágenes de prueba 402, 404, 406, 408. En el ejemplo ilustrado, tales imágenes de prueba adicionales se han omitido por claridad.

40 Volviendo ahora a la fig. 5, se muestra una secuencia ejemplar 500 de imágenes de prueba 502, 504, 506, 508 para un intervalo de prueba en el que un símbolo 304 de "F" se amplía progresivamente, durante el intervalo de prueba, desde un tamaño en el cual el símbolo de prueba 304 es irreconocible para la persona a un tamaño en el cual el símbolo de prueba 304 es reconocible para la persona. En el presente caso, el símbolo 304 de "F" es un símbolo de prueba que, al ser reconocido por la persona, no requiere la activación de los medios de control 108, ya que replica la forma del símbolo objetivo.

45 Una secuencia ejemplar del tipo representado en la fig. 5 puede incluirse en una prueba para proporcionar un mecanismo para detectar cuando una persona no está llevando a cabo la prueba adecuadamente. Por ejemplo, la información de activación para activaciones incorrectas puede procesarse para establecer que la persona está intentando frustrar el propósito de la prueba o manipular el resultado de la prueba.

50 Al finalizar la prueba, que típicamente incluirá múltiples secuencias, la información de activación se procesa para obtener un valor de parámetro que luego se correlaciona con una métrica de visión. En el presente caso, la información de activación incluye información de tamaño promedio para los símbolos de prueba asociados con activaciones correctas. La correlación del tamaño promedio con una métrica de visión incluye indexar la información de tamaño en una tabla de búsqueda que contiene una métrica de visión para un intervalo de tamaños promedio. Sin embargo, se apreciará que se pueden utilizar otros tipos de información de activación.

La correlación de la información de activación con la métrica de visión también puede tener en cuenta cualquier activación de los medios de control 108 en respuesta a una activación incorrecta. En otras palabras, la persona que activa los medios de control 108 en respuesta a una activación incorrecta del control 108.

**Ejemplo 2**

5 En referencia ahora a la fig. 6, se muestra una secuencia 600 ejemplar de imágenes de prueba 602, 604, 606 para una prueba del método de acuerdo con una segunda realización de la presente invención.

En este ejemplo, cada imagen de prueba 602, 604, 606 procedente de la secuencia 600 de imágenes de prueba incluye varios símbolos de prueba 608. La persona que se somete a la prueba debe activar el control 108 (ref. fig.1) en respuesta al reconocimiento de símbolos de prueba en el conjunto de símbolos de prueba 608 que replican la forma de un símbolo de prueba 610 objetivo. En este caso, el símbolo objetivo 610 se identifica a la persona durante toda la secuencia 600.

10 Como se ha representado, en este ejemplo, cada uno de los símbolos de prueba 508 tiene un tamaño particular de un intervalo predeterminado de tamaños  $s_k$  (donde  $k = 1 \dots n$ ). Cada tamaño en el intervalo predeterminado de tamaños tiene una relación predeterminada con una métrica de visión.

15 El tamaño de los símbolos de prueba que replican el símbolo objetivo varía a lo largo de la prueba, de modo que cualquiera de los símbolos de prueba que replican la forma del símbolo objetivo tendrá un tamaño diferente al menos a algunos de los otros símbolos de prueba que replican la forma del símbolo objetivo.

20 En el ejemplo representado, la secuencia 600 de las imágenes de prueba 602, 604, 606 está dispuesta de modo que los símbolos de prueba 608 parecen moverse desde el lado derecho del dispositivo de visualización al lado izquierdo del dispositivo de visualización a lo largo de la secuencia. Sin embargo, en otras realizaciones, los símbolos de prueba 608 pueden ser estáticos.

Durante la prueba, cada imagen de prueba 602, 604, 606 presenta un conjunto de símbolos de prueba 608 de diferentes tamaños a la persona. La persona activa el control 108 (ref. fig.1) al reconocer un símbolo de prueba, o símbolos de prueba, que replican la forma del símbolo objetivo 610.

25 En el ejemplo ilustrado, la activación del control implica "disparar" el símbolo de prueba que la persona reconoce que replica la forma del símbolo de prueba. Durante la prueba, el procesador 106 obtiene la información de activación para las activaciones correctas. En el presente caso, la información de activación incluye una relación de activación derivada de valores de contador que, para cada tamaño, son indicativos del número de símbolos de prueba presentados durante la prueba que han replicado el símbolo objetivo y el número de casos en que la persona identificó correctamente cada tamaño.

30 En el presente ejemplo, la información de activación está almacenada en la memoria integrada (o accesible) para el procesador 106 en forma de agrupaciones respectivas que contienen valores que se actualizan durante la prueba. Por ejemplo, una primera agrupación contiene una agrupación de contadores ( $c_1, c_2, c_3, c_4 \dots c_n$ ) que contiene, para cada tamaño, un valor de contador que es indicativo del número de casos en que la persona activó correctamente el controlador, una segunda agrupación ( $d_1, d_2, d_3, d_4 \dots d_n$ ) que contiene valores de contador que son indicativos del número de casos en que se presentó el tamaño de cada símbolo de prueba.

35 Al finalizar la prueba, la información de activación se procesa para obtener un valor de parámetro asociado con las activaciones. En el presente ejemplo, la información de activación es el tamaño angular más pequeño para el cual la persona es capaz de reconocer de manera fiable los símbolos de prueba que replican el símbolo 610 objetivo. Más específicamente, la información de activación es el tamaño angular más pequeño para el cual la persona puede reconocer un símbolo objetivo 610 replicado con una relación de activación correcta que excede del 75%. En el ejemplo ilustrado, la relación de activación (AR) correcta se calcula como  $AR_x = c_x/d_x$  (donde  $x = 1 \dots n$ ). Por supuesto, se apreciará que se pueden usar otros valores para la "relación de activación correcta".

40 En el presente caso, la prueba continúa hasta que se haya procesado suficiente información de activación para identificar el tamaño angular más pequeño que cumple con la relación del 75%.

45 Después de obtener el valor del parámetro (que, en este caso, es un valor de tamaño angular), ese valor se correlaciona con una métrica de visión para obtener un valor para la métrica de visión. Típicamente, la correlación será realizada por el procesador 106, pero no es necesario ya que la correlación podría realizarse manualmente usando una tabla o gráfico adecuado.

50 En el presente caso, la obtención de un valor para una métrica de agudeza visual implica recuperar, a partir de una escala de valores, un valor que tiene una relación predeterminada con el valor del tamaño promedio. Dos ejemplos de relación predeterminada adecuada se representan en la fig.8 y en la fig.9. Como se muestra, la fig. 8 representa una relación entre el valor del parámetro de tamaño y una métrica cuantitativa de la agudeza visual, mientras que la fig. 9 representa una relación entre el valor del parámetro de tamaño y una métrica cualitativa de la agudeza visual. Sin embargo, se apreciará que dicha escala también podría usarse para otros tipos de valores estadísticos.

En referencia a la fig. 7, se muestra un diagrama 700 de flujo ejemplar que incluye las etapas esbozadas anteriormente.

### Ejemplo 3

La fig. 10 y la fig. 11 representan secuencias ejemplares de imágenes de prueba para un método de prueba de acuerdo con una tercera realización de la presente invención.

- 5 Volviendo inicialmente a la fig. 10, se muestra una secuencia 1000 que incluye imágenes de prueba 1002, 1004, 1006. Cada imagen de prueba 1002, 1004, 1006 incluye una disposición de varios símbolos de prueba 1008. En la disposición representada se incluyen varios conjuntos de símbolos de prueba de igual tamaño angular que, en el presente caso, están dispuestos como anillos concéntricos. Cada conjunto incluye símbolos de prueba que tienen un tamaño que es diferente al tamaño de los otros conjuntos.
- 10 Durante una prueba, se requiere que la persona reconozca, de manera establecida, un símbolo de prueba dentro de cada conjunto que replica la forma de un símbolo objetivo. En el presente ejemplo, el símbolo objetivo 1010 se presenta en cada imagen de prueba. Para indicar el reconocimiento de un símbolo de prueba 1012, la persona alinea el símbolo objetivo 1010 presentado con el símbolo de prueba que replica el símbolo objetivo y luego activa el control 108 (ref. fig. 1).
- 15 En el caso de que la persona reconozca correctamente el símbolo 1012 de prueba, la prueba continúa con la persona requerida para repetir la prueba para el siguiente conjunto más pequeño de símbolos de prueba.
- Como se muestra en la secuencia 1100 representada en la fig. 11, el proceso descrito anteriormente continúa hasta que se ha identificado la relación de activación mínima, correspondiente al conjunto de símbolos de prueba que tienen el tamaño angular más pequeño que la persona puede reconocer de manera fiable.
- 20 Una realización del tipo representado en la fig. 10 y en la fig. 11 es particularmente adecuada para una "estimación paramétrica mediante el procedimiento de prueba secuencial del tipo de escalera". En dicha realización, las imágenes de prueba estáticas consecutivas se adaptan a las activaciones correctas e incorrectas de la persona, de modo que el tamaño del siguiente conjunto de símbolos de prueba para la activación varía hacia arriba y hacia abajo en relación con el conjunto anterior hasta que se alcanza un valor umbral correcto predefinido (por ejemplo, 75%), en cuyo punto se termina la secuencia.
- 25 La presente invención puede implementarse como una versión independiente o en línea. Se espera que una versión en línea ofrezca beneficios adicionales, ya que puede atraer a las personas a realizar una prueba por su propia voluntad. Se espera que una realización de la presente invención que se asemeja a un juego de ordenador atraiga particularmente a personas jóvenes.
- 30 Finalmente, se entenderá que puede haber otras variaciones y modificaciones a las configuraciones descritas en el presente documento que también están dentro del alcance de la presente invención.

**REIVINDICACIONES**

1. Un método para probar la visión de una persona, incluyendo el método:
- presentar una o más secuencias de imágenes de prueba, incluyendo cada imagen de prueba uno o más símbolos de prueba;
- 5            para cada imagen de prueba, o para cada secuencia, identificar un símbolo objetivo para la persona;
- proporcionar un control para la activación en respuesta a la persona que ve cada imagen de prueba en la secuencia y reconoce un símbolo de prueba que replica la forma del símbolo objetivo;
  - procesar información de activación asociada con la activación del control para obtener un valor de parámetro asociado con las activaciones; y
- 10            correlacionar el valor del parámetro con una métrica de visión;
- en donde la correlación incluye la obtención de un valor para la métrica de visión, que es una métrica de agudeza visual, que tiene una relación predeterminada con el tamaño promedio de los símbolos de prueba asociados con las activaciones.
2. Un método según la reivindicación 1, en el que la prueba es una prueba habilitada por ordenador.
- 15    3. Un método según la reivindicación 1 o 2, en el que la prueba se realiza en un entorno similar a un juego de ordenador.
4. Un método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que probar la visión de la persona incluye probar uno o más de:
- a. agudeza visual de cerca;
  - b. agudeza de visión de lejos;
- 20            c. sensibilidad al contraste;
- d. agudeza en estéreo;
  - e. función binocular;
  - f. rendimiento de visión periférica; y
  - g. visión de colores.
- 25    5. Un método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que la secuencia de imágenes de prueba se presenta muestra como una de:
- a. una secuencia de imágenes de prueba dinámicas;
  - b. una secuencia de imágenes de prueba estáticas; o
  - c. una combinación de imágenes de prueba estáticas y dinámicas.
- 30    6. Un método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en el que cada imagen de prueba incluye uno o más símbolos de prueba que se amplían progresivamente durante un intervalo de prueba.
7. Un método según la reivindicación 6, en el que no todas las imágenes de prueba incluyen un símbolo de prueba que replica la forma del símbolo objetivo.
- 35    8. Un método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en el que la información de activación incluye uno o más de:
- (a) un tiempo de respuesta para la activación; o
  - (b) el tamaño angular del símbolo de prueba en el instante de la activación.
9. Un método según la reivindicación 8, en el que procesar la información de activación para obtener un valor de parámetro asociado con las activaciones, incluye procesar el tamaño angular de los símbolos de prueba para las activaciones e identificar un valor de parámetro en forma de un tamaño angular mínimo para el cual se lograron activaciones correctas a una tasa de umbral superior a un valor de umbral mínimo.
- 40

10. Un método según la reivindicación 9, en el que el tamaño angular mínimo se indexa en una escala de valores de una métrica visual que tiene una relación predeterminada con el intervalo de valores de un tamaño angular para obtener el valor de la métrica visual para el mínimo tamaño angular.
- 5 11. Un método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, en el que para imágenes de prueba consecutivas, el tamaño del símbolo de prueba que replica la forma del símbolo objetivo se modifica de acuerdo con la información de activación para la imagen de prueba anterior en las imágenes de prueba consecutivas, de modo que si esa información de activación era indicativa de una activación correcta, entonces el tamaño del símbolo de prueba en la imagen de prueba posterior en la secuencia consecutiva disminuye, o si esa información de activación anterior era indicativa de una activación incorrecta, entonces se incrementa el tamaño del símbolo de prueba que replica el símbolo objetivo en la siguiente imagen de prueba.
- 10 12. Un método según la reivindicación 11, en el que la modificación del tamaño del símbolo de prueba continúa iterativamente hasta que se haya determinado un tamaño angular mínimo para el que el usuario pueda reconocer correctamente un símbolo de prueba que replica el símbolo objetivo a una tasa de umbral mínima.
- 15 13. Un sistema para probar la visión de una persona, incluyendo el sistema un procesador y un dispositivo de memoria asociado para almacenar una serie de instrucciones, estando configuradas las instrucciones para hacer que el procesador:
- presente una o más secuencias de imágenes de prueba, incluyendo cada imagen de prueba uno o más símbolos de prueba;
- para cada imagen de prueba, o para cada secuencia, identifique un símbolo objetivo para la persona; y
- 20 procese información de activación para obtener un valor de parámetro asociado con las activaciones para correlación con una métrica de visión;
- en donde la información de activación está asociada con las activaciones de un control por parte de una persona que ve cada imagen de prueba en la secuencia, y en donde cada activación es en respuesta a que la persona reconoce un símbolo de prueba que replica la forma del símbolo objetivo,
- 25 en donde la correlación incluye obtener un valor para la métrica de visión, que es una métrica de agudeza visual, que tiene una relación predeterminada con el tamaño promedio de los símbolos de prueba asociados con las activaciones correctas.
- 30 14. Un programa de ordenador para usar en el sistema según se define en la reivindicación 13, estando configurados el procesador y el dispositivo de memoria asociado para almacenar el programa de ordenador, donde el programa de ordenador incluye una serie de instrucciones para hacer que el procesador:
- presente, en una visualización gráfica, una o más secuencias de imágenes de prueba, incluyendo cada imagen de prueba uno o más símbolos de prueba;
- para cada imagen de prueba, o para cada secuencia, identifique un símbolo objetivo para la persona; y
- 35 procese información de activación para obtener un valor de parámetro asociado con las activaciones para correlación con una métrica de visión;
- en donde la información de activación está asociada con activaciones de un control por parte de una persona que ve cada imagen de prueba en la secuencia, y en donde cada activación es en respuesta a que la persona reconoce un símbolo de prueba que replica la forma del símbolo objetivo,
- 40 en donde la correlación incluye la obtención un valor para la métrica de visión, que es una métrica de agudeza visual, que tiene una relación predeterminada con el tamaño promedio de los símbolos de prueba asociados con las activaciones correctas.

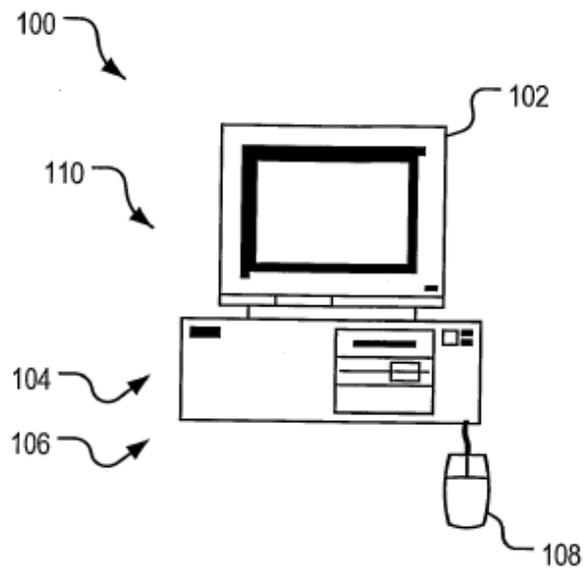


FIG.1

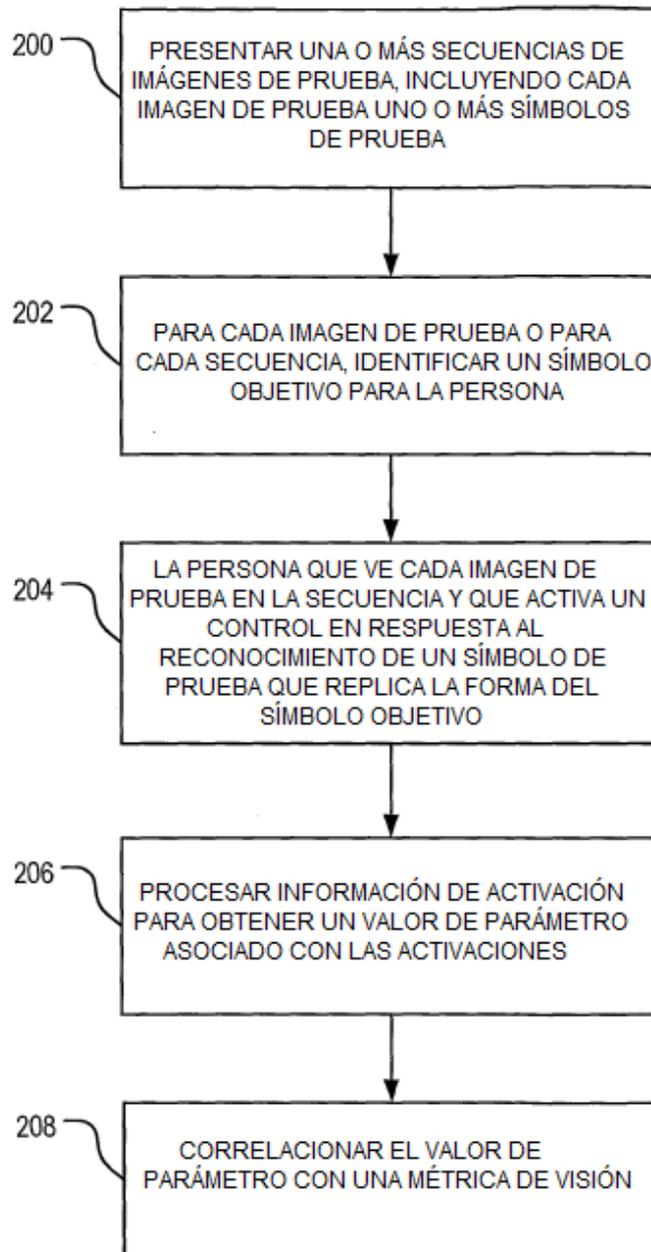


FIG.2

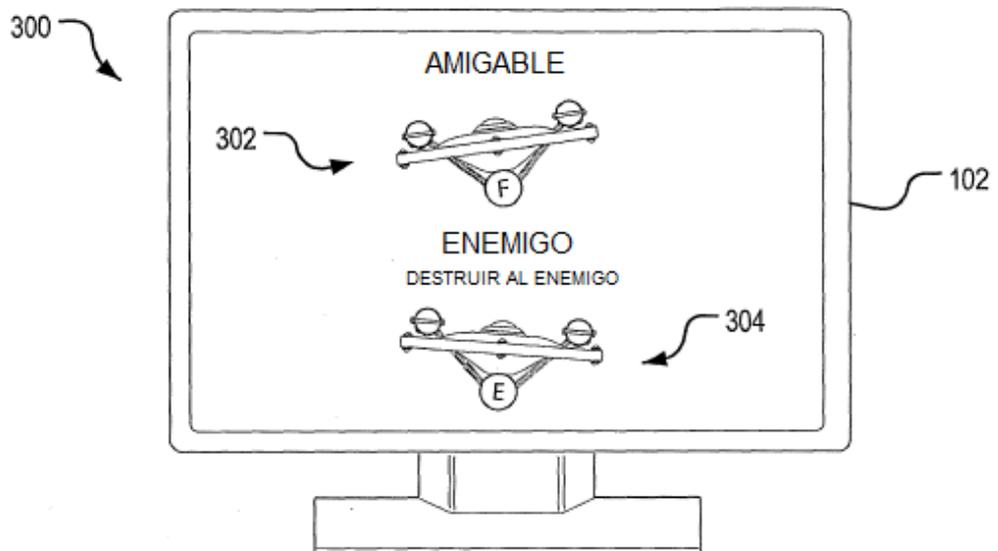


FIG.3

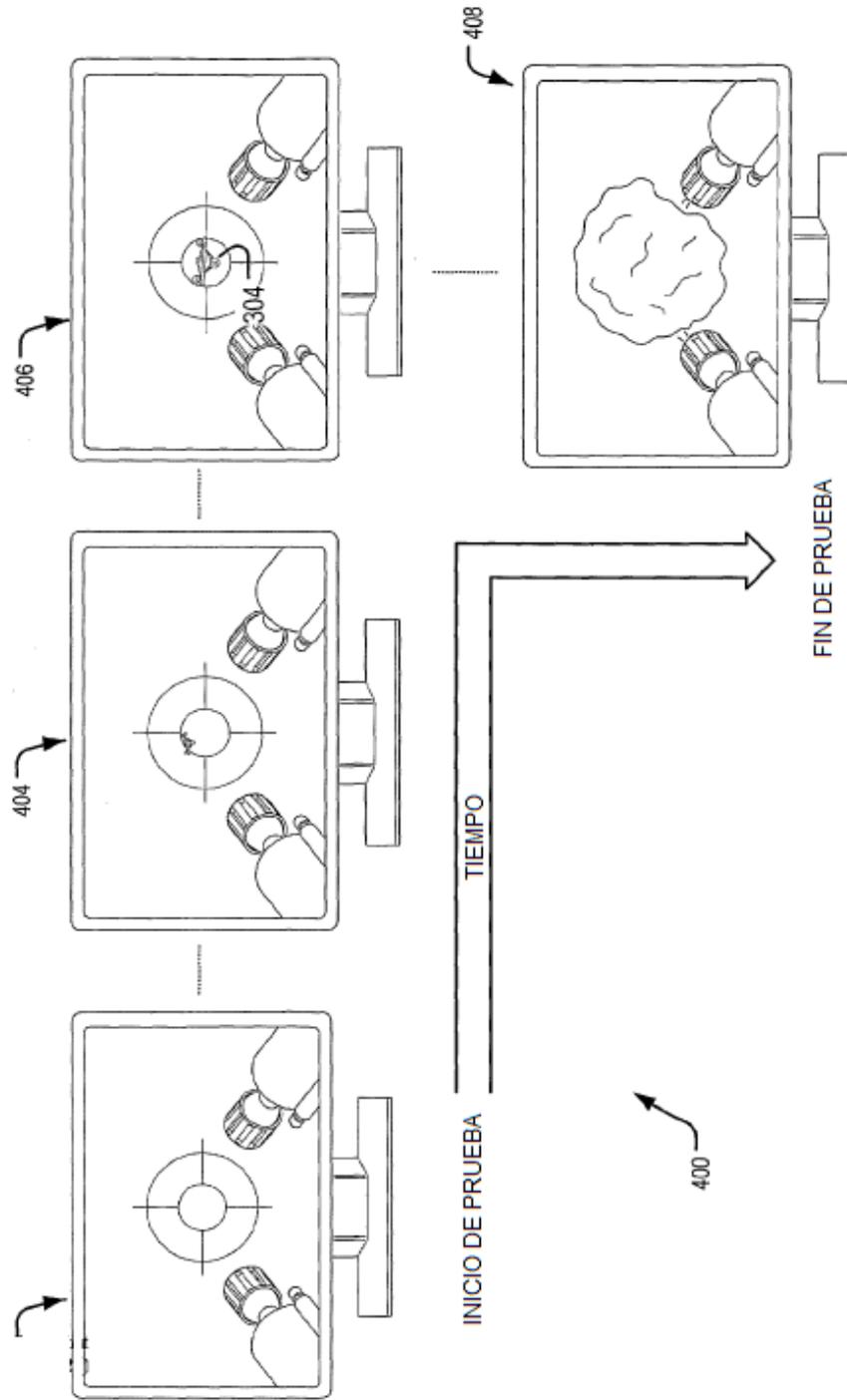


FIG.4

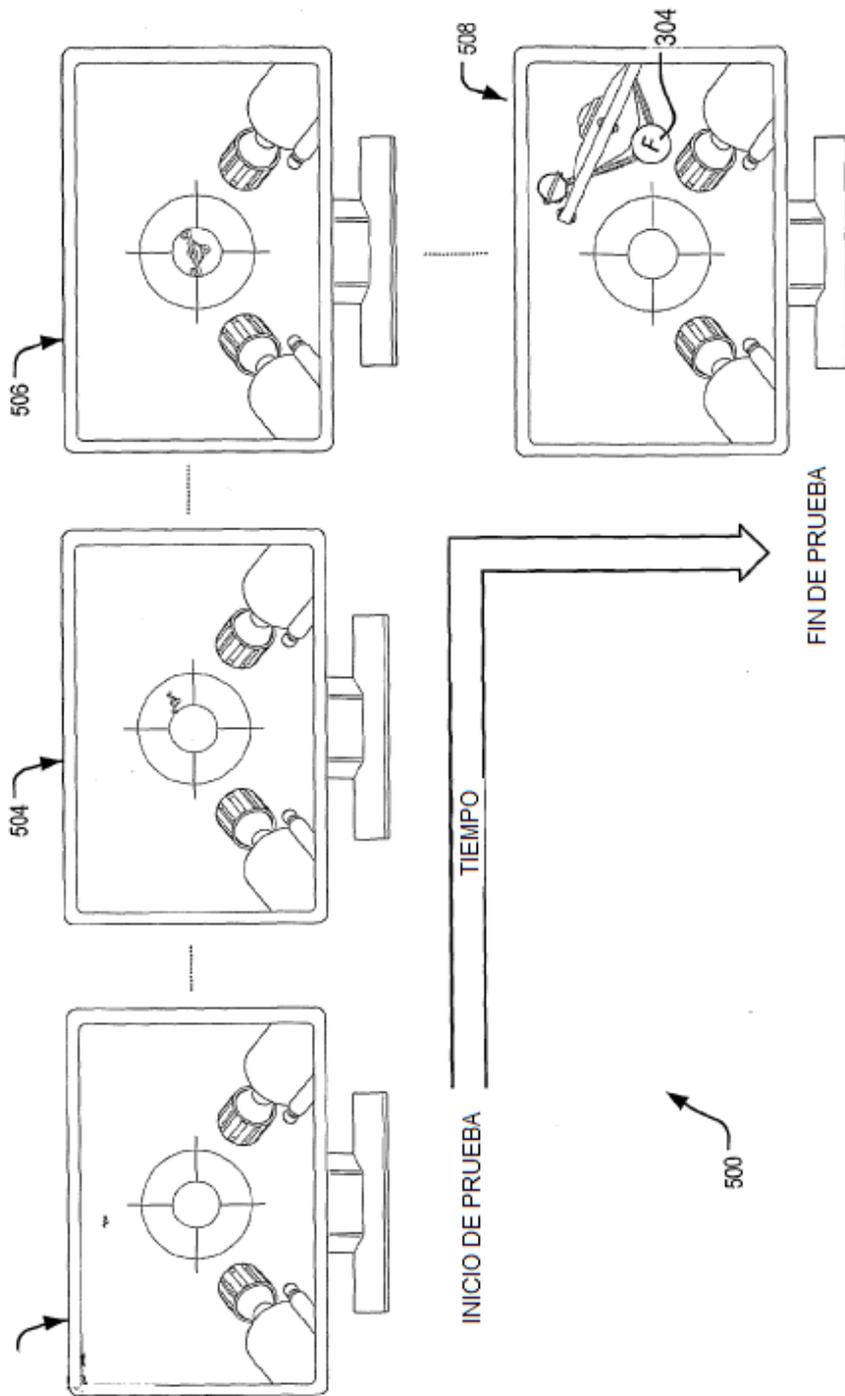


FIG.5

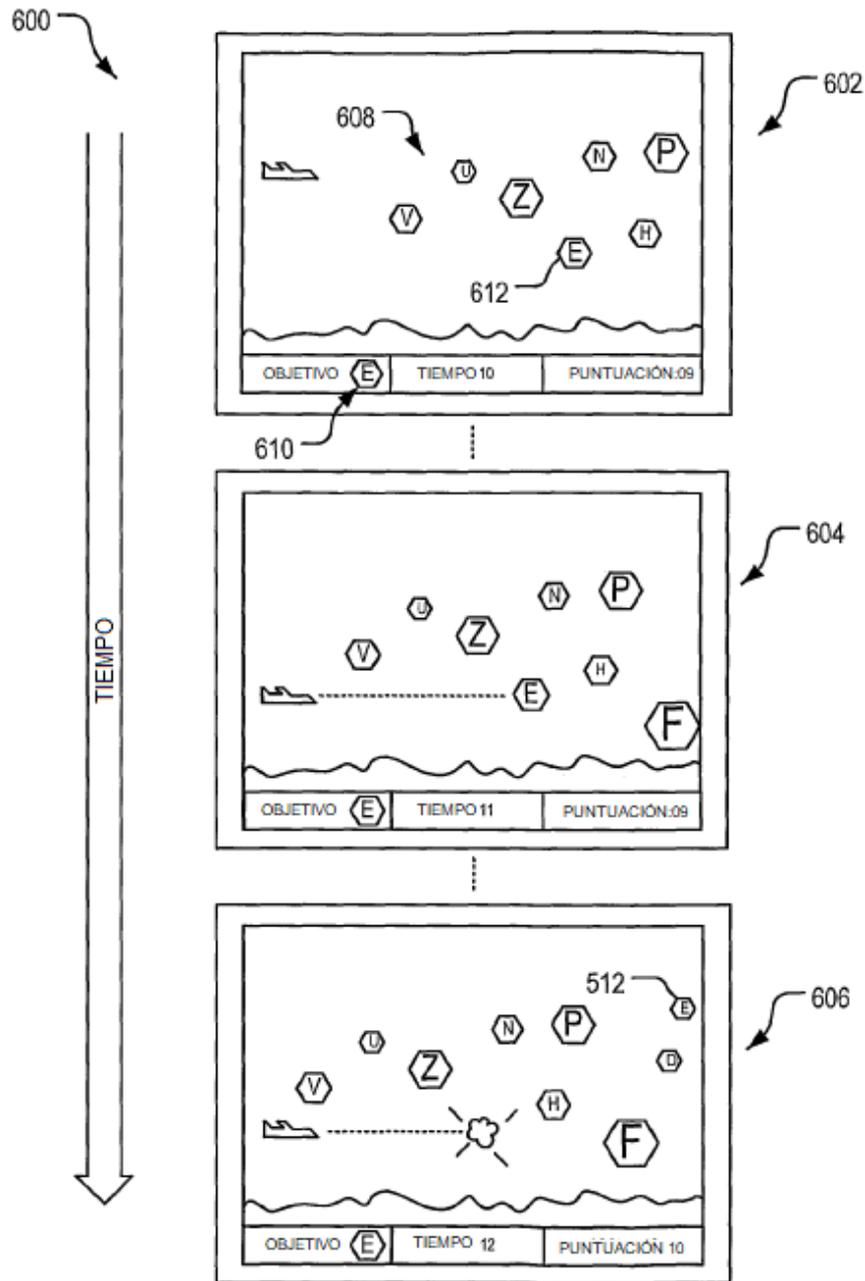


FIG.6

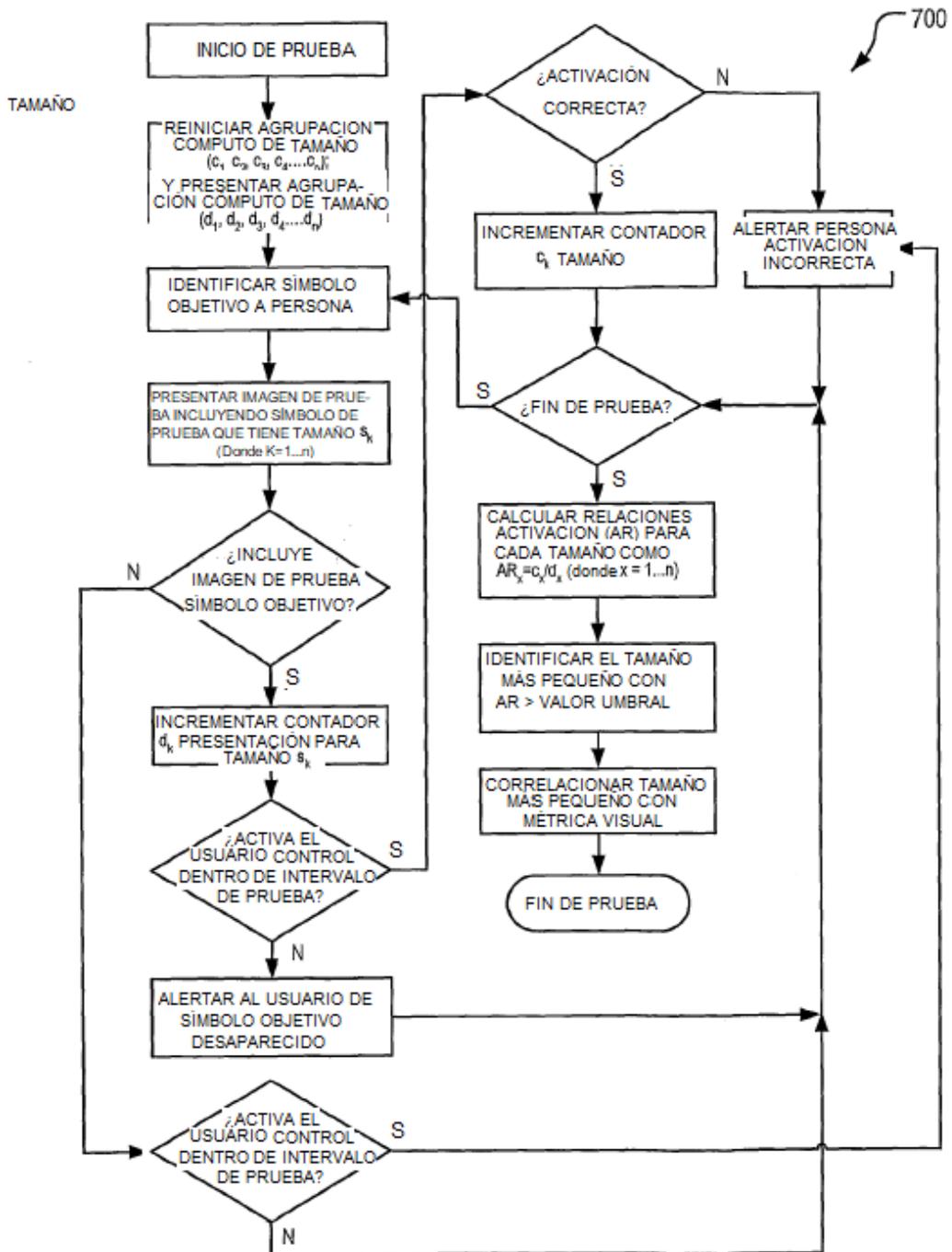


FIG.7

TAMAÑO			MÉTRICA DE VISIÓN	
MAR	logMAR	DECIMAL	MÉTRICA	IMPERIAL
10	1	0.1	6/60	20/200
8	0.9	0.13	6/48	20/160
6.3	0.8	0.16	6/38	20/125
5	0.7	0.2	6/30	20/100
4	0.6	0.25	6/24	20/80
3.2	0.5	0.32	6/19	20/60
2.5	0.4	0.4	6/15	20/50
2	0.3	0.5	6/12	20/40
1.6	0.2	0.63	6/9.5	20/30
1.25	0.1	0.8	6/7.5	20/25
1	0	1	6/6	20/20
0.8	-0.1	1.25	6/4.8	20/16
0.63	-0.2	1.58	6/3.8	20/12.5
0.5	-0.3	2	6/3.0	20/10

FIG.8

logMAR	MÉTRICA
$\geq 0.1$	EXCELENTE
$0.1 \leq \text{to} \geq -0.1$	ACEPTABLE
$\geq -0.1$	POBRE

FIG.9

