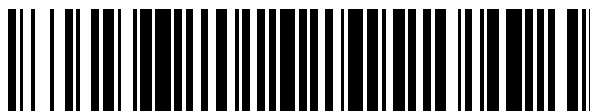


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 589 000**

51 Int. Cl.:

**A61B 3/02** (2006.01)

**A61B 5/16** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **21.12.2012 PCT/EP2012/076654**

87 Fecha y número de publicación internacional: **31.10.2013 WO13159841**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.12.2012 E 12815699 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.07.2016 EP 2844146**

54 Título: **Sistema y procedimiento de medir la atención**

30 Prioridad:

**24.04.2012 EP 12380018**

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

**08.11.2016**

73 Titular/es:

**UNIVERSITAT DE BARCELONA (50.0%)  
Centre de Patentes de la UB, Baldiri Reixac 4 -  
Torre D**

**08028 Barcelona, ES y  
INSTITUCIÓ CATALANA DE RECERCA I ESTUDIS  
AVANÇATS (50.0%)**

72 Inventor/es:

**SUPER, HANS**

74 Agente/Representante:

**ZEA CHECA, Bernabé**

ES 2 589 000 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 procedimiento de medir la atención

La presente invención se refiere a un procedimiento de medir la atención de una persona y a un producto de programa informático y sistema adecuados para realizar dicho procedimiento.

**Descripción de antecedentes**

La mayor parte de la información sensorial que llega al cerebro humano lo hace a través de los ojos. Cuando una persona mira, realiza una exploración del entorno visual con movimientos oculares sacádicos. La persona cambia la mirada 2-3 veces por segundo. Entre dos movimientos sacádicos consecutivos, los ojos se mantienen inmóviles durante un breve período, por lo general entre 100 y 1000 ms. Durante este período de mirada estable (o fijación de los ojos), la información visual en la fovea es procesada en más detalle. La fovea es una pequeña área central de la retina humana y tiene una gran agudeza visual. Abarca unos pocos grados de ángulo visual. De este modo, para obtener una visión clara del mundo, el cerebro tiene que girar los ojos para que la imagen del objeto observado caiga en la fovea. Los movimientos de los ojos son, por lo tanto, muy importantes para la percepción visual. Por esa razón, se consideran las fijaciones de los ojos (duración, localización, frecuencia, repetición, etc.) para explicar lo importante que son para el sujeto las regiones atendidas.

Durante la fijación de los ojos, los objetos en la periferia de la persona desaparecen de la percepción de la persona (efecto Troxler). Para evitar esto, se producen unos pequeños movimientos oculares durante la fijación. Varios estudios demuestran que los micro-movimientos sacádicos durante la fijación pueden ser los que impiden la percepción durante la fijación [Martínez-Conde, S., Macknick, S. L., Troncoso, X. G., y Hubel, D. H. (2009). *Microsaccades: a neurophysiological analysis. Trends in Neurosciences*, 32, 463-75]. Sin embargo, otros estudios proporcionan argumentos que muestran que los micro-movimientos sacádicos de fijación pueden ser artefactos de laboratorio y que pueden no tener rol alguno en el funcionamiento visual [Collewyn, H., y Kowler, E. (2008). *The significance of microsaccades for vision and oculomotor control. Journal of Vision*, 8(14), 20, 1-21]. Por lo tanto, todavía se discute el rol de los micro-movimientos sacádicos en la percepción visual.

Además de la percepción, se discute si los micro-movimientos sacádicos tienen un rol en la atención visual. Por un lado, la dirección de los micro-movimientos sacádicos puede ser una medida en línea fiable de la atención [Engbert, R., y Kliegl, R. (2003). *Microsaccades uncover the orientation of covert attention. Vision Research*, 43, 1035-1045]. Por otro lado, los movimientos oculares de fijación pueden no ser un índice de atención encubierta [Horowitz, T. S., Fine, E. M., Fencsik, D.E., Yurgenson, S. y Wolfe, J. M. (2007). *Fixational eye movements are not an index of covert attention. Psychological Science*, 18, 356].

Los ojos reciben una proyección ligeramente diferente de la imagen debido a las dos posiciones diferentes de los ojos en la cabeza. Por lo tanto, cuando se mira a un objeto, los ojos deben girar alrededor de un eje vertical de modo que la proyección de la imagen se encuentra en el centro de la retina en ambos ojos. La vergencia se refiere al movimiento simultáneo de los dos ojos en direcciones opuestas para obtener una visión binocular simple. La convergencia es el movimiento simultáneo hacia dentro de ambos ojos de uno hacia el otro, y la divergencia es el movimiento simultáneo hacia fuera de ambos ojos. Así, los ojos convergen para mirar un objeto más cercano, mientras que divergen para un objeto más lejano. Sin embargo, debido a los diferentes puntos de vista observados por el ojo izquierdo y derecho, muchos otros puntos del espacio no caen en las correspondientes ubicaciones retinianas. La disparidad binocular visual define esta diferencia entre los puntos de proyección en los dos ojos. El cerebro utiliza esta disparidad binocular para extraer información de profundidad de las imágenes retinianas bidimensionales. Por esta razón, se considera que la vergencia ocular es una señal visual importante para la percepción de profundidad.

Se conocen en la técnica anterior procedimientos para medir la atención y/u otros comportamientos cognitivos más o menos relacionados. La mayoría de ellos tratan de identificar y medir diversos comportamientos oculares (por ejemplo, movimientos sacádicos, parpadeos, movimientos de los párpados, fijación de la mirada, dilatación de la pupila, divergencia, etc.) para obtener conclusiones relativas a la atención. Un inconveniente de este tipo de procedimientos puede ser que por lo general comprenden la recogida de grandes cantidades de datos y la realización de costosos cálculos en dichos datos recogidos, lo que puede causar alguna ineficiencia y, por lo tanto, requerir recursos informáticos potentes y caros.

Otro inconveniente puede ser que estos procedimientos no producen indicadores de atención limpios, ya que tienen en cuenta muchos comportamientos diferentes de los ojos, lo que puede producir mediciones que mezclan la atención con otros procesos cognitivos distintos de la atención (como por ejemplo, la percepción, la memoria, la experiencia, etc.)

Otro inconveniente puede ser que estos procedimientos pueden requerir mucho tiempo para obtener conclusiones más o menos fiables, ya que por lo general miden estados (por ejemplo, estados relacionados con la atención)

5 teniendo en cuenta largas escalas de tiempo, que pueden ser de varios minutos. Estas largas escalas de tiempo pueden ser necesarias para estos procedimientos como consecuencia de que consideran diferentes comportamientos oculares, algunos de los cuales pueden introducir algunas disparidades en los datos recogidos. Parece que tiene sentido considerar que la recogida de cantidades muy grandes de datos y la realización de cálculos complejos en dichos datos pueden tener como objetivo la atenuación/compensación de estas disparidades de alguna manera.

10 Por ejemplo, US2007291232A1 divulga un procedimiento del tipo explicado antes. Este procedimiento tiene como objetivo determinar el nivel de habilidad mental monitoreando el punto donde se fija la mirada, el movimiento pupilar, la respuesta pupilar, y otros parámetros en un sujeto que realiza una tarea, recogiendo los datos en una base de datos, analizando los datos de la base de datos, y asignando al sujeto una puntuación que indica el nivel particular de habilidad mental del sujeto en tiempo real. La habilidad mental puede comprender la capacidad de prestar atención visual en la realización de determinadas tareas. Por lo tanto, se puede entender que un objeto de este procedimiento es medir la atención como un parámetro de la habilidad mental. Este procedimiento presenta los inconvenientes mencionados anteriormente.

15 El documento WO 2008/129356 A2 divulga un ejemplo adicional de medir la atención de una persona.

### 20 **Resumen de la invención**

Por lo tanto, todavía existe una necesidad de nuevos procedimientos, programas informáticos y sistemas de medir la atención de una persona que resuelvan al menos algunos de los problemas mencionados anteriormente. Es un objeto de la presente invención satisfacer dicha necesidad.

25 En un primer aspecto según la reivindicación 1, la presente invención proporciona un procedimiento de medir la atención de una persona que comprende presentar uno o más estímulos con el objetivo de atraer la atención de la persona; y obtener posiciones de los ojos de la persona. El procedimiento comprende además detectar una o más fijaciones de los ojos a partir de las posiciones obtenidas de los ojos; y medir el ángulo de convergencia de los ojos a lo largo del tiempo a partir de las posiciones obtenidas de los ojos durante una o más de las fijaciones detectadas de los ojos.

30 Un movimiento de convergencia (debido a la atención prestada por la persona) normalmente estará seguido por un movimiento de divergencia (volviendo los ojos a su posición "normal" una vez que se ha prestado la atención). Dicho movimiento de divergencia puede ser entendido como una pérdida de convergencia o una convergencia negativa, mientras que dicho movimiento de convergencia puede ser entendido como una ganancia de convergencia o una convergencia positiva. En lo sucesivo, por razones de simplicidad, sólo se utilizará el término "convergencia" (ni vergencia ni divergencia) para indicar dichos dos tipos de movimientos. En este sentido, un movimiento de convergencia positiva se puede definir como un movimiento en el que aumenta el ángulo de convergencia, y un movimiento de convergencia negativa se puede definir como un movimiento durante el cual disminuye el ángulo de convergencia.

35 La atención puede estar asociada con la visión consciente o inconsciente. Por ejemplo, los estímulos atendidos son vistos mejor/antes conscientemente que los elementos no-atendidos. La convergencia puede estar relacionada con la atención asociada con la visión consciente o la inconsciente. Si se produce la modulación de la convergencia, se puede considerar que los estímulos han sido atendidos conscientemente. Por el contrario, cuando no se produce la modulación de la convergencia, se puede considerar que los estímulos no han sido atendidos o que han sido atendidos inconscientemente.

40 El procedimiento propuesto, que se basa en la medición de la convergencia durante las fijaciones, permite medir la atención asociada con ambos tipos de visión consciente e inconsciente.

45 En el procedimiento propuesto, la convergencia medida en la posición de fijación de la mirada no revela necesariamente que se preste atención a la región real de fijación/mirada del estímulo correspondiente, sino que la convergencia medida puede revelar que se presta atención a otra región.

50 La modulación de la convergencia se produce al mismo tiempo o antes que el cambio en la atención, y antes de que el estímulo correspondiente sea visto consciente o inconscientemente. Esta diferencia temporal hace que la modulación de la convergencia tenga un poder predictivo. Se puede prever si un estímulo será atendido o visto.

55 Diversos experimentos relacionados con la presente invención permitieron encontrar una relación clara entre la convergencia de los ojos y la atención. Se concluyó que durante la fijación de los ojos el ángulo de convergencia se modula como una función de la capacidad de capturar la atención. El ángulo de convergencia parece ser mayor después de la estimulación visual, y esta mejora parece correlacionarse con la atención de abajo hacia arriba (*bottom-up attention*) y la de arriba hacia abajo (*top-down attention*). El inicio de la modulación de la convergencia de los ojos parece estar vinculado con la aparición del estímulo, mientras que el tamaño del ángulo de convergencia de los ojos parece depender de la carga de atención que recibe o atrae el estímulo.

Estos resultados se obtuvieron mediante pruebas con sujetos en un paradigma de señal/no-señal. Durante la tarea se midió el ángulo de convergencia de los ojos. Sorprendentemente, el tamaño del ángulo de convergencia de los ojos no era constante, sino que se vio afectado por la estimulación visual. Una vez que se había presentado un estímulo visual (es decir, la presentación del estímulo y/o la presentación del estímulo de señal/no-señal), el ángulo de convergencia de los ojos aumentaba transitoriamente. Este aumento del ángulo de convergencia ocular era una función del contraste del estímulo. Era más pronunciado cuando el contraste del estímulo era mayor y disminuía gradualmente con niveles de contraste menores. Para estímulos por debajo de un umbral de detección, el tamaño del ángulo de convergencia de los ojos no cambiaba. El tamaño del ángulo de convergencia de los ojos para objetivos detectados era mayor que para objetivos no detectados. Se determinó que la modulación del ángulo de convergencia de los ojos era significativamente mayor después de la aparición de señal.

Los efectos observados no reflejan la naturaleza de la convergencia de los ojos (es decir, los movimientos horizontales de los ojos) y depende del compromiso del sujeto en la tarea. Los experimentos de control no incluyen cambios en el tamaño de la pupila o la aparición de micro-movimientos sacádicos como una posible explicación de los cambios observados en el ángulo de convergencia de los ojos. Se observaron efectos similares en el ángulo de convergencia de los ojos cuando una señal auditiva cambiaba la atención visuo-espacial en ensayos congruentes e incongruentes. De acuerdo con las observaciones obtenidas, existe un vínculo entre los pequeños movimientos de la convergencia durante la fijación de los ojos y los cambios en la atención visual sobre una imagen 2D (bidimensional) sin señales de profundidad.

El procedimiento propuesto, que atribuye un rol innovador a la convergencia de los ojos, tiene la ventaja de utilizar un solo tipo de comportamiento ocular (convergencia) para concluir sobre lo atento que puede estar una persona. En particular, este procedimiento sólo tiene en cuenta la posición de los ojos dentro de fijaciones de los ojos para medir la convergencia ocular como un indicador de atención. Por lo tanto, los datos y cálculos necesarios se reducen drásticamente en comparación con los procedimientos de la técnica anterior. Además, de acuerdo con los experimentos realizados, la convergencia de los ojos puede ser considerada como un indicador fiable de atención con independencia de otros procesos cognitivos "perturbadores". En conclusión, la presente invención permite la medición de la atención de una manera más eficiente y limpia en un tiempo muy corto. Unos segundos de datos recogidos pueden ser suficientes para evaluar la atención.

Una ventaja de este procedimiento es que una vez que se han obtenido las posiciones de los ojos de la persona durante la presentación del uno o más estímulos, no se requiere más la presencia de la persona. Entonces, se utilizan las posiciones obtenidas de los ojos a lo largo del tiempo para realizar cálculos para la detección de fijaciones de los ojos y medir el ángulo de convergencia. Por lo tanto, en este contexto, el término "detección" se refiere a realizar los correspondientes cálculos en los datos recogidos (posiciones de los ojos a lo largo del tiempo) para detectar, en este caso, las fijaciones de los ojos. De modo similar, el término "medir" hace referencia a realizar los cálculos correspondientes para obtener el ángulo de convergencia a lo largo del tiempo y las mediciones de atención relacionadas.

El procedimiento de la invención puede ser de aplicación en diferentes campos, tales como la usabilidad web, publicidad, patrocinio, diseño de envases, ingeniería de la automoción, etc. Ejemplos de estímulos objetivos pueden incluir sitios web, programas de televisión, eventos deportivos, películas, anuncios publicitarios, revistas, periódicos, envases, visualizadores de estanterías, sistemas de consumo, software, etc. Los datos resultantes pueden ser analizados estadísticamente y representados gráficamente para proporcionar una evidencia de patrones de visión específicos. Examinando la convergencia de los ojos, se puede determinar la eficacia de un medio o producto determinado.

Cuando una persona mira una imagen, explora la imagen realizando movimientos oculares sacádicos rápidos en regiones particulares de la escena y fija la mirada durante un breve período de tiempo durante el cual percibe la información visual. Sin embargo, no todas las fijaciones son percibidas conscientemente o influyen en el comportamiento, y algunas son observadas mejor que otras. La presente invención permite la separación de esta diferencia entre la fijación de los ojos y la percepción.

Mientras se mira una imagen (publicidad, página web), se pueden recuperar las regiones a las que mira el sujeto y se puede calcular y medir la convergencia de los ojos durante estos períodos de fijación. Las regiones de interés que muestran grandes fluctuaciones en la convergencia de los ojos pueden ser indicativas de regiones muy atendidas y de regiones mejor percibidas, mientras que las regiones en las que la convergencia de los ojos muestra menos fluctuaciones son indicativas de regiones menos atendidas o percibidas, a pesar de que el sujeto se ha fijado en estas regiones. Las fluctuaciones en la convergencia pueden ser calculadas de acuerdo con las características de la modulación, es decir, amplitud, velocidad, latencia de aparición, duración, etc.

Por lo tanto, el procedimiento de la invención puede ser muy útil para, por ejemplo, el diseño de anuncios. Por ejemplo, el procedimiento puede realizarse teniendo en cuenta diferentes perfiles de personas que ven un producto a publicitar. El procedimiento puede proporcionar datos sobre las partes del producto que, por ejemplo, han sido más atendidas por las personas, de tal manera que se pueden obtener conclusiones sobre qué partes y en qué medida

se pueden mostrar más o menos destacadas para atraer la máxima atención.

Otra aplicación puede ser para revelar la diferencia en el estilo de percepción, que describe cómo los individuos perciben y comprenden la información. La presente invención permite distinguir entre personas analíticas y más irracionales. Se puede observar que los observadores independientes de contexto, que son las personas más analíticas, tienen una modulación más fuerte en la convergencia de los ojos que los observadores dependientes de contexto, que son las personas más irracionales. Las capacidades de análisis son importantes para muchos puestos de trabajo muy exigentes en diversos campos y las personas analíticas disfrutan utilizando datos y hechos para llegar a una conclusión. Ciertos tipos de trabajos requieren individuos analíticos, como analista de presupuestos, analista de sistemas informáticos, operaciones de exploración de mercados, y analista de investigación. Para seleccionar entre los candidatos a un puesto de trabajo, éstos pueden realizar, por ejemplo, una tarea con/sin señales, mientras se registran los movimientos de los ojos. Después de la prueba, se pueden analizar los datos de los ojos y se puede calcular la convergencia. Los candidatos con una mayor modulación de la convergencia se pueden considerar probablemente las personas más analíticas, y por lo tanto las más adecuadas para determinados puestos de trabajo.

Quando se realizan tareas repetitivas es fácil llegar a aburrirse y pasar por alto detalles importantes. Muchas actividades son repetitivas sobre todo en trabajos de montaje o cuando se monitorean visualmente productos o imágenes. El procedimiento de la invención puede ser muy útil para saber cuándo una tarea se hace aburrida y, por lo tanto, puede dar lugar a errores. Durante muchas tareas repetitivas, se puede registrar la posición de los ojos y se puede medir la convergencia de los ojos. Entonces, se puede calcular la frecuencia de la convergencia durante el arranque inicial de la actividad. Este valor puede ser utilizado como un nivel de línea de base. Entonces, durante la tarea, se puede monitorear la convergencia y se puede comparar con la frecuencia inicial de la modulación de la convergencia. La modulación de la convergencia de los ojos refleja el cambio en la atención. Una frecuencia más alta significa cambios frecuentes de atención. Si una persona se aburre, la atención cambia menos veces, aunque los ojos todavía se pueden mover. Si la frecuencia de la modulación de la convergencia cae por debajo de un cierto umbral, entonces esto puede ser indicativo de un estado de menos atención de la persona, que puede que tenga que tomar un descanso o ser reemplazada.

Durante la navegación por Internet o por medios digitales, la gente puede ser sometida a muchos anuncios y otros tipos de estímulos. Sin embargo, muchos de ellos pueden pasar inadvertidos para el usuario. La presente invención se puede utilizar para mejorar la visibilidad de los anuncios u otros estímulos de tipo similar. Durante la navegación o la lectura de textos, se pueden registrar los movimientos de los ojos mediante, por ejemplo, una cámara web adecuada (que actúa como un rastreador ocular) y se puede calcular la convergencia de los ojos. Cuando la convergencia de los ojos empieza a aumentar, se incrementa el estado de atención. Esta medida se puede utilizar para el tiempo en el instante de la presentación o la alteración de un anuncio. Es más probable que el usuario advierta el estímulo que aparece cuando la convergencia ocular es más fuerte. Por lo tanto, se puede mejorar la eficacia de la publicidad monitoreando la convergencia de los ojos.

En un segundo aspecto de la presente invención según la reivindicación 14, se proporciona un producto de programa informático que comprende instrucciones de programa para hacer que un ordenador realice un procedimiento sustancialmente como el que se ha descrito anteriormente (primer aspecto de la invención). La invención también se refiere a un producto de programa informático en un medio de almacenamiento (por ejemplo, un CD-ROM, un DVD, una unidad USB, una memoria de ordenador o en una memoria de sólo lectura) o portado por una señal portadora (por ejemplo, en una señal portadora eléctrica u óptica).

En un tercer aspecto de la invención según la reivindicación 15, se proporciona un sistema para medir la atención de una persona. Este sistema comprende un rastreador de posición de los ojos; un dispositivo de presentación de estímulos; y un sistema informático. Este sistema informático comprende un procesador y una memoria, almacenando la memoria instrucciones ejecutables por ordenador que, al ejecutarse, hacen que el sistema informático realice un procedimiento sustancialmente como el descrito anteriormente (primer aspecto de la invención).

Otros objetos, ventajas y características de realizaciones de la invención serán evidentes para los expertos en la técnica tras el examen de la descripción, o pueden aprenderse con la puesta en práctica de la invención.

### Breve descripción de los dibujos

A continuación se describirán realizaciones particulares de la presente invención por medio de ejemplos no limitantes, con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

Las figuras 1a y 1b muestran representaciones esquemáticas de un primer y un segundo sistema de medir la atención, de acuerdo con formas de realización de la invención;

La figura 2 ilustra un primer conjunto de estímulos para su presentación en secuencia, de acuerdo con una realización de la invención;

La figura 3 ilustra un segundo conjunto de estímulos para su presentación en secuencia, de acuerdo con otra realización de la invención;

La figura 4 ilustra datos recogidos relativos a convergencia ocular, de acuerdo con formas de realización de la invención;

La figura 5 ilustra gráficamente datos recogidos sobre convergencia ocular en relación con una persona normal y con una persona que tiene TDAH, de acuerdo con formas de realización de la invención;

5 La figura 6 ilustra gráficamente datos sobre la modulación de la convergencia en relación con gente normal y con personas que tienen TDAH, de acuerdo con formas de realización de la invención; y

La figura 7 ilustra gráficamente que la atención asociada con visión consciente puede tener normalmente una modulación de la convergencia mayor que la atención asociada con visión inconsciente.

## 10 Descripción detallada de formas de realización de la invención

En la siguiente descripción, se exponen numerosos detalles específicos con el fin de proporcionar una comprensión completa de la presente invención. Se entenderá por parte de un experto en la técnica sin embargo, que la presente invención puede ponerse en práctica sin algunos o todos estos detalles específicos. En otros casos, no se han descrito elementos bien conocidos en detalle para no complicar innecesariamente la descripción de la presente invención.

20 La figura 7 ilustra gráficamente que la atención asociada con la visión consciente 72 normalmente puede tener una modulación de la convergencia 70 mayor que la atención asociada con la visión inconsciente 73. El eje vertical 70 del gráfico mostrado se refiere al ángulo de convergencia, mientras que el eje horizontal 71 se refiere al tiempo. Este gráfico muestra que los estímulos vistos (conscientemente) causan una mayor modulación de la convergencia 72, y que los estímulos no vistos causan una menor modulación de la convergencia 73. Por lo tanto, el procedimiento propuesto de medir la atención (en base a la medición de la convergencia) también puede ayudar a diferenciar entre la atención asociada con estímulos vistos y no vistos.

25 La figura 1a ilustra un sistema para medir la atención de una persona 10. Este sistema puede comprender un dispositivo de presentación de estímulos (como por ejemplo una pantalla 12), un rastreador de posición de los ojos (tal como por ejemplo una cámara adecuada 11), y un sistema informático 15 configurado para ejecutar un programa informático configurado para realizar formas de realización de un procedimiento de medir la atención. El ordenador 30 15 puede comprender un repositorio (tal como un disco duro convencional 16) para almacenar y recuperar datos requeridos por dicho programa informático.

35 La cámara 11 puede estar situada de tal manera que se pueden obtener posiciones de los ojos de la persona 10 de forma adecuada para detectar fijaciones de los ojos y para calcular datos relacionados con el ángulo de convergencia de los ojos. Tanto la cámara 11 como la pantalla 12 pueden estar conectadas 13, 14 de manera adecuada con el ordenador 15, de modo que el ordenador 15 puede intercambiar señales adecuadas con la pantalla 12 principalmente para presentar el estímulo visual correspondiente, y puede intercambiar señales adecuadas con la cámara 11 principalmente para obtener las posiciones de los ojos. Dichas conexiones 13, 14 pueden ser conexiones cableadas y/o inalámbricas.

40 El sistema de la figura 1a puede comprender medios apropiados para sostener la cabeza de la persona 10 en una posición sustancialmente fija. Estos medios de fijación no se muestran en la figura. Alternativamente, el sistema puede no comprender dichos medios, en cuyo caso la cámara 11 puede comprender un software (o programa informático) adecuado para evaluar los movimientos de la cabeza de la persona 10. Dado que los movimientos de la cabeza pueden distorsionar de alguna manera los movimientos capturados de los ojos, este software puede tener en cuenta los movimientos de la cabeza para atenuar dichas distorsiones potenciales. Esta cámara 11, por lo tanto, será capaz de enviar posiciones "limpias" de los ojos al ordenador 15. Alternativamente, la cámara 11 puede no comprender dicho software, en cuyo caso un programa informático equivalente puede estar comprendido en el ordenador 15. En este caso, la cámara 11 sólo enviará al ordenador 15 señales que representan las imágenes capturadas de la cabeza (incluyendo, por supuesto, los ojos) y el ordenador 15 atenuará las potenciales distorsiones debidas a movimientos de la cabeza.

45 La figura 1b ilustra otro sistema para medir la atención de la persona 10 muy similar al sistema de la figura 1a. La única diferencia entre ellos es que el sistema de la figura 1b comprende un rastreador ocular 17 que es diferente al rastreador ocular 11 de la figura 1a. En este caso, no será necesario un software para compensar los movimientos de la cabeza porque el rastreador ocular 17 se mueve conjuntamente con la cabeza.

50 Como alternativa a una cámara 11 y a un rastreador montado en la cabeza 17, realizaciones del sistema pueden comprender un dispositivo adecuado para realizar electrooculogramas (EOG). Y, alternativamente, realizaciones del sistema pueden comprender bobinas esclerales.

55 En general, los rastreadores oculares miden necesariamente la rotación de los ojos con respecto al sistema de medición. Si el sistema de medición está montado en la cabeza, como el dispositivo 17 de la figura 1b, se miden los ángulos de los ojos. Si el sistema de medición es de sobremesa, como la cámara 11 de la figura 1a, entonces se miden los ángulos de la mirada.

5 Los diseños actuales más utilizados son rastreadores oculares basados en vídeo. Una cámara enfocada a uno o ambos ojos registra su movimiento mientras el espectador mira algún tipo de estímulo. La mayoría de los rastreadores oculares modernos utilizan el contraste para localizar el centro de la pupila y utilizan luz no colimada infrarroja e infrarroja cercana para crear un reflejo corneal. El vector entre estas dos características se puede utilizar para calcular la intersección de la mirada con una superficie después de una simple calibración para un individuo.

10 La luz, típicamente infrarroja, es reflejada por el ojo y es detectada por una cámara de vídeo o algún otro sensor óptico diseñado especialmente. La información es analizada a continuación para extraer la rotación ocular de los cambios en los reflejos. Los rastreadores oculares basados en vídeo suelen utilizar el reflejo corneal y el centro de la pupila como características para realizar un rastreo a lo largo del tiempo. Un tipo más sensible de rastreador ocular utiliza reflexiones procedentes de la parte frontal de la córnea y la parte posterior de la lente como características a rastrear. Un procedimiento de rastreo aún más sensible es el de obtener imágenes de características del interior del ojo, tales como vasos sanguíneos de la retina, y rastrear estas características a medida que gira el ojo.

15 Los sistemas de las figuras 1a y 1b pueden ser adecuados para realizar un procedimiento que comprende presentar en la pantalla 12 uno o más estímulos (imágenes) para atraer la atención de la persona, y obtener del rastreador ocular 11 o 17 las posiciones de los ojos de la persona. Una vez que se han presentado las imágenes y se han obtenido las posiciones de los ojos, el procedimiento puede comprender la detección de los intervalos de tiempo en los que se han producido las fijaciones de los ojos, a partir de las posiciones obtenidas de los ojos. A continuación, dentro de cada una de dichas fijaciones de los ojos, se calcula el ángulo de convergencia de los ojos y su variación a lo largo del tiempo. Por último, se pueden derivar algunos indicadores o mediciones de atención a partir de dicho ángulo de convergencia calculado.

20 El ángulo de convergencia puede calcularse a partir de las posiciones obtenidas de los ojos mediante la aplicación de cualquier algoritmo conocido que sea adecuado para este fin. Dichos algoritmos, que se basan principalmente en cálculos trigonométricos, son bien conocidos, por lo que no se proporcionarán detalles particulares sobre ellos en este documento.

25 En algunas realizaciones, el procedimiento puede comprender la presentación de una pluralidad de estímulos (imágenes) en secuencia hasta que se alcanza una condición predefinida. Más particularmente, el procedimiento puede comprender la presentación de uno o más pares de estímulos (imágenes) relacionados, comprendiendo cada uno de dichos pares de estímulos relacionados un primer y un segundo estímulo, comprendiendo el segundo estímulo una alteración del primer estímulo. Y más particularmente, el procedimiento puede comprender la presentación de al menos una señal entre la presentación del primer estímulo y la presentación del segundo estímulo, proporcionando dicha señal un indicio de lo que es la alteración del segundo estímulo con respecto al primer estímulo.

30 La condición predefinida se puede considerar como alcanzada cuando se alcanza un tiempo predefinido. Alternativamente a esto, la condición predefinida se puede considerar como alcanzada cuando se alcanza un número predefinido de estímulos presentados.

35 El objetivo de la señal es desviar la atención o inducir la atención. Cuando la convergencia se modula, se puede considerar que la señal funciona. Por lo tanto, se puede probar la eficacia o el éxito de una señal. La señal puede comprender una o más señales visuales y/o una o más señales auditivas, y/o más señales táctiles, etc. Cualquiera de estos diferentes tipos de señales se pueden combinar en una misma señal de tal manera que la señal puede ser útil para evaluar cómo diferentes experiencias sensoriales pueden causar más o menos atención frente a, por ejemplo, una imagen particular, par de imágenes relacionadas, secuencia de imágenes, secuencia de pares de imágenes relacionadas, etcétera.

40 Una señal visual puede apuntar a una región particular u objeto del correspondiente estímulo. Se explicarán ejemplos de señales que comprenden solamente señales visuales en referencia a las figuras 2 y 3.

45 Un ejemplo de señales que comprenden señales auditivas puede ser, por ejemplo, una voz que dice "mira las ruedas del coche" o "mira, las ruedas son bonitas". Una reacción a dicha primera señal auditiva puede ser, por ejemplo, que los ojos se fijen en las ruedas pero sin que se module la convergencia, en cuyo caso se puede considerar que esta señal no funciona. Sin embargo, una reacción a la segunda señal auditiva puede ser, por ejemplo, que los ojos se fijen en las ruedas y, además, que se module la convergencia, en cuyo caso, se puede considerar que esta señal funciona.

50 Un ejemplo de señal táctil puede ser, por ejemplo, un dispositivo específico que presiona un punto particular de una mano de tal manera que dicho punto particular proporciona un indicio de dónde se encuentra la alteración del segundo estímulo con respecto al primer estímulo.

55 En entornos multimedia, particularmente en videojuegos, puede ser muy adecuado el uso de señales que combinan señales táctiles y/o visuales y/o auditivas. Por ejemplo, si un objetivo es atraer mucho la atención del jugador, se puede utilizar una señal que combine una imagen impactante, un sonido impactante y una vibración impactante de

joystick. Por lo tanto, realizaciones del sistema y procedimiento de la invención pueden ser muy adecuadas para diseñar, por ejemplo, videojuegos; en particular, dichas realizaciones pueden ser muy adecuadas para evaluar el impacto en la atención del jugador de, y por lo tanto diseñar con precisión, determinadas situaciones o eventos virtuales (estímulos con señales en el contexto de la presente invención) en un videojuego.

5 La figura 2 ilustra un par de estímulos visuales (o imágenes), en el que se presenta en primer lugar un primer estímulo 20, y se presenta en segundo lugar un segundo estímulo 22. El tiempo entre dichas presentaciones puede variar dependiendo de las circunstancias y objetivos de cada prueba. El primer estímulo 20 puede comprender una cruz 24 en el centro de la imagen y varias líneas verticales 23 alrededor de la cruz 24. El segundo estímulo 22 puede comprender una alteración con respecto al primer estímulo 20. Esta alteración puede ser la inclinación 26 de una de las líneas verticales que rodean la cruz 24. El ángulo de inclinación puede variar, por ejemplo, de una prueba a otra.

15 El par de estímulos de la figura 2 tiene como objetivo probar la atención de abajo hacia arriba (*bottom-up attention*) en el que la prominencia o el contraste (línea inclinada 26) del estímulo 22 puede ser muy o ligeramente diferente al del estímulo 20 presentado anteriormente. Esta prueba permite evaluar la capacidad del observador de atender automáticamente y/o involuntariamente a la variación 26. Cuando el ángulo de convergencia aumenta, entonces el estímulo es eficaz para atraer la atención y es más probable que sea visto por el observador. Esta prueba se puede utilizar para ver lo bien que la gente puede ignorar (es decir, no distraerse con) la variación 26.

20 La figura 3 ilustra el mismo par de estímulos visuales 20, 22 de la figura 2, pero con más presentaciones de estímulos/señales. Esta figura también muestra una escala de tiempo 36 según la cual se realizan las presentaciones de los estímulos/señales en diferentes puntos de dicha escala 36. En este caso, se presenta un estímulo 30 anterior al primer estímulo 20 (de la figura 2) en un instante inicial 31. Después de eso, se presenta el estímulo 20 (de la figura 2) en un instante 32, que puede ser, por ejemplo, 300 ms después del instante inicial 31. A continuación, se presenta una señal 37 en un instante 33, que puede ser, por ejemplo, 1300 ms después del instante inicial 31. A continuación, se presenta de nuevo el estímulo 20 (de la figura 2) en un instante 34, que puede ser, por ejemplo, 1400ms después del instante inicial 31. Por último, se presenta el estímulo 22 (de la figura 2) en un instante 35, que puede ser, por ejemplo, 2400 ms después del instante inicial 31. La señal 37 puede comprender, por ejemplo, una flecha 38 que apunta a una línea vertical que se presentará inclinada 26 en el estímulo final 22.

30 La secuencia de estímulos/señales de la figura 3 tiene como objetivo medir la atención de arriba hacia abajo (*top-down attention*), en la que el observador recibe instrucciones para mover su atención, antes de presentar el estímulo final 22, hacia la línea 26 que se mostrará inclinada en dicho estímulo final 22. La señal 37 mejora el rendimiento de la detección de la variación 26. Por lo tanto, se puede probar la eficacia de la señal 37. Si la señal 37 provoca pequeños cambios en la convergencia, entonces la señal 37 se puede considerar poco eficaz. Dado que la atención de abajo hacia arriba (*bottom-up attention*) y la atención de arriba hacia abajo (*top-down attention*) son procesos realizados por diferentes regiones del cerebro, las secuencias de las figuras 2 y 3 pueden ser adecuadas para examinar diferentes mecanismos cognitivos relacionados con la atención.

40 Como alternativa a la presentación de pares de estímulos relacionados, el procedimiento puede comprender la presentación de estímulos sin relación y sin señales para una visión libre por parte de la persona a evaluar. Esta forma de presentación de estímulos puede ser de aplicación a, por ejemplo, el diseño de anuncios, en cuyo caso el procedimiento de la invención puede ayudar a concluir qué partes y en qué medida se deben presentar más o menos destacadas con el fin de lograr efectos particulares en la atención de la gente.

45 En realizaciones de la invención, el procedimiento puede comprender además obtener, para uno o más de los estímulos presentados, al menos una acción voluntaria de la persona en respuesta al estímulo presentado. Y en particular, en realizaciones que presentan uno o más pares de estímulos relacionados, el procedimiento puede comprender obtener, para uno o más de los segundos estímulos (de los pares de estímulos), una acción voluntaria de la persona en respuesta al segundo estímulo.

50 Esta acción voluntaria de la persona puede ser, por ejemplo, un clic de ratón que indica algo sobre uno de los estímulos presentados. Si dicho estímulo es un segundo estímulo de un par de estímulos relacionados, el clic de ratón puede referirse a cuál es la alteración del segundo estímulo con respecto al primer estímulo percibido por la persona. Esta acción voluntaria puede ser útil para saber lo que el sistema visual de la persona ha seleccionado consciente o inconscientemente. La convergencia indicará si el estímulo ha sido atendido o percibido. Por lo tanto, la fijación es para saber lo que se ve y la convergencia es para saber lo que se atiende.

60 La figura 4 ilustra una representación de datos recogidos relativos a la convergencia ocular, de acuerdo con formas de realización de la invención. En particular, esta figura muestra cómo puede comportarse el ángulo de convergencia 418 a lo largo del tiempo 419 de acuerdo con un primer conjunto de datos recogidos 407 y a un segundo conjunto de datos recogidos 406. Dichas posiciones recogidas de los ojos 406, 407 pueden corresponder a diferentes experimentos de acuerdo con la secuencia de estímulos/señales mostrada en la figura 3. La figura 4 también refleja que unos pocos segundos de datos recogidos 406, 407 pueden ser suficientes para obtener conclusiones sobre la atención. En este caso, en la figura 4 sólo se representan 2,5 segundos (2.500 milisegundos) de posiciones recogidas de los ojos.



La figura 4 se refiere a una secuencia particular de estímulos/señales, pero dicha secuencia puede ser sólo una sub-secuencia de una secuencia más o menos grande de estímulos y señales. En este sentido, el gráfico mostrado puede ser sólo un sub-gráfico (o una parte) de un gráfico más o menos grande que representa el total de datos recogidos durante dicha secuencia más grande de estímulos y señales. Sólo se muestra este gráfico "pequeño" en la figura 4 por razones de simplicidad, pero se considera que es suficiente para proporcionar las siguientes descripciones de forma comprensible.

En formas de realización del procedimiento, la medición del ángulo de convergencia de los ojos comprende medir la velocidad a la que cambia sustancialmente el ángulo de convergencia. Una mayor velocidad 411 puede ser considerada, por ejemplo, como un indicador de mayor atención o de tener la capacidad de atender rápidamente. Una menor velocidad 410 puede ser considerada, por ejemplo, como un indicador de menor atención o de tener el defecto de atender lentamente. Se pueden usar diferentes niveles entre una mayor velocidad y una menor velocidad para, por ejemplo, clasificar a diferentes personas en cuanto a la capacidad de atender rápidamente o lentamente.

En algunas realizaciones, la medición del ángulo de convergencia de los ojos puede comprender la medición del tiempo durante el cual el ángulo de convergencia permanece sustancialmente inalterado. Se puede considerar, por ejemplo, que el ángulo de convergencia permanece sustancialmente inalterado cuando el ángulo de convergencia se encuentra entre un umbral superior y un umbral inferior a lo largo del tiempo. La figura 4 muestra un ejemplo de intervalo de tiempo 412 en el que el ángulo de convergencia permanece sustancialmente inalterado. Por ejemplo, intervalos de tiempo muy largos con un ángulo de convergencia de los ojos sustancialmente constante se pueden considerar como una mala capacidad de prestar atención, mientras que intervalos de tiempo muy cortos con un ángulo de convergencia de los ojos sustancialmente constante se pueden considerar como una buena capacidad de prestar atención. Estos y otros niveles intermedios se pueden utilizar para clasificar diferentes personas en cuanto a la capacidad de prestar poca o mucha atención.

En formas de realización del procedimiento, la medición del ángulo de convergencia de los ojos comprende medir, para una o más de las fijaciones de los ojos 414 a 416, el tiempo 412 sustancialmente transcurrido desde cuando sustancialmente empieza la fijación de los ojos 420 hasta cuando empieza sustancialmente a aumentar el ángulo de convergencia 414 dentro de dicha fijación de los ojos 414 a 416. Un largo período de tiempo entre el inicio de la fijación y el inicio de la convergencia puede indicar que la persona puede no ser capaz de prestar atención rápidamente a algo que ha visto. Se pueden utilizar diferentes niveles de tiempo entre el inicio de la fijación y el inicio de la convergencia para clasificar diferentes personas en cuanto a la capacidad de prestar atención rápida o lentamente a algo que ha visto.

Formas de realización del procedimiento pueden comprender además: determinar, para una o más de las fijaciones de los ojos 414 a 416, el estímulo 37 cuya presentación ha causado teóricamente la fijación de los ojos 414 a 416; y medir, para uno o más de los estímulos determinados 37, el tiempo 413 sustancialmente transcurrido desde cuando se presenta sustancialmente el estímulo 415 hasta cuando empieza sustancialmente a aumentar el ángulo de convergencia 414 dentro de la fijación de los ojos 414 a 416 causada por el estímulo determinado 37. Si se ha probado que el estímulo es eficaz, largos periodos de tiempo entre la presentación 415 del estímulo 37 y el inicio de la convergencia 414 pueden indicar problemas de atención de la persona. Si la persona está catalogada como normal en cuanto a la prestación de atención, largos periodos de tiempo entre la presentación del estímulo y el inicio de la convergencia pueden indicar que el estímulo no es eficaz. Se pueden definir diferentes niveles de tiempo entre la presentación del estímulo y el inicio de la convergencia para categorizar el perfil de atención de las personas y/o la eficacia del estímulo.

En algunas realizaciones, la medición del ángulo de convergencia de los ojos puede comprender medir, para una o más de las fijaciones de los ojos 414 a 416, el tiempo 417 sustancialmente transcurrido desde cuando el ángulo de convergencia empieza sustancialmente a aumentar 414 hasta cuando el ángulo de convergencia sustancialmente deja de disminuir 416 dentro de la fijación de los ojos 414 a 416. Un largo período de tiempo entre el inicio del aumento de la convergencia y el final de la disminución de la convergencia puede indicar, por ejemplo, una buena capacidad de mantener la atención por parte de la persona. Se pueden definir diferentes niveles de tiempo entre el inicio del aumento de la convergencia y el final de la disminución de la convergencia para clasificar a las personas en cuanto a la capacidad de mantener la atención.

En formas de realización del procedimiento, la medición del ángulo de convergencia de los ojos puede comprender obtener, para una o más de las fijaciones de los ojos 414 a 416, el ángulo máximo de convergencia 405 desde cuando sustancialmente empieza la fijación de los ojos 420 hasta cuando sustancialmente finaliza la fijación de los ojos. Y más particularmente, la medición del ángulo de convergencia de los ojos puede comprender la obtención de la diferencia 409 del ángulo máximo de convergencia 405 con respecto al máximo 408 de una línea de base obtenida previamente 407.

Esta línea de base obtenida previamente puede corresponder a la obtenida a partir del segundo conjunto de datos recogidos 406, que pueden haber sido obtenidos previamente por medio de ejecuciones previas del procedimiento o de sub-secuencias previas de estímulos/señales dentro de la misma ejecución. Dichas ejecuciones previas del

procedimiento y/o sub-secuencias previas dentro de la misma ejecución pueden haber sido aplicadas a la misma persona. Alternativamente, las ejecuciones previas del procedimiento pueden ser ejecuciones previas aplicadas a otras personas de acuerdo con, por ejemplo, un perfil de persona determinado.

5 La comparación de un primer conjunto de datos recogidos 407 (o línea de base obtenida anteriormente) y un segundo conjunto de datos recogidos 406 puede ser muy útil en, por ejemplo, aplicaciones médicas. Por ejemplo, se puede probar la eficacia de medicamentos destinados a mejorar la atención aplicando dicho principio. En este caso, el segundo conjunto de datos recogidos 406 se puede haber obtenido de una persona que ha tomado el medicamento, mientras que el primer conjunto de datos recogidos 407 se puede haber obtenido de la misma  
10 persona sin que haya tomado el medicamento. Una diferencia significativa 409 del máximo ángulo de convergencia 405 del segundo conjunto de datos recogidos 406 con respecto al máximo 408 del primer conjunto de datos recogidos 407 (línea de base obtenida anteriormente 407), puede indicar una mejora significativa de la atención, en cuyo caso se puede considerar que el medicamento es eficaz.

15 Se pueden considerar otros parámetros cuando se compara el primer conjunto de datos recogidos 407 (o línea de base obtenida previamente) y el segundo conjunto de datos recogidos 406, tales como por ejemplo: la velocidad a la que el ángulo de convergencia cambia sustancialmente, el tiempo durante el cual el ángulo de convergencia permanece sustancialmente inalterado, el tiempo sustancialmente transcurrido desde cuando sustancialmente empieza la fijación de los ojos hasta cuando el ángulo de convergencia empieza sustancialmente a aumentar dentro  
20 de dicha fijación de los ojos, el tiempo sustancialmente transcurrido desde cuando se presenta sustancialmente el estímulo hasta cuando el ángulo de convergencia empieza sustancialmente a aumentar, el tiempo sustancialmente transcurrido desde cuando el ángulo de convergencia empieza sustancialmente a aumentar hasta cuando el ángulo de convergencia termina sustancialmente.

25 En algunas realizaciones, el procedimiento puede comprender además, por ejemplo, obtener y proporcionar un gráfico del tipo descrito en referencia a la figura 4 a partir del resultado de medir el ángulo de convergencia. Alternativamente, el procedimiento puede comprender además obtener y proporcionar un valor predefinido que indica el nivel de atención a partir de una matriz que correlaciona la atención y el ángulo de convergencia (es decir, el resultado de medir el ángulo de convergencia).

30 Alternativamente, el procedimiento puede comprender además la aplicación de una fórmula que proporciona un nivel de atención en función del ángulo de atención medido (es decir, el resultado de medir el ángulo de convergencia). Y alternativamente, el procedimiento puede comprender además obtener y proporcionar cualquier combinación de estos elementos de información: un gráfico del tipo descrito en referencia a la figura 4, un nivel de atención a partir  
35 de una matriz que correlaciona la atención y el ángulo de convergencia, un nivel de atención aplicando una fórmula adecuada.

La matriz puede ser adaptable de tal manera que, por ejemplo, diferentes escalas de valores de atención y/o de valores de ángulo de convergencia se pueden adaptar a las circunstancias particulares en las que se utiliza el  
40 procedimiento. De modo similar, la fórmula puede ser también adaptable de tal manera que, por ejemplo, se pueden definir diferentes factores y/o sumandos y/u otros operandos para su aplicación al ángulo de convergencia obtenido, de tal manera que la fórmula se puede adaptar a las circunstancias específicas en las que se utiliza el procedimiento.

45 En las realizaciones en las que se consideran diferentes parámetros relacionados con el ángulo de convergencia, la matriz mencionada anteriormente puede ser una matriz multidimensional en la que cada dimensión puede representar uno de dichos parámetros. Ejemplos de parámetros relacionados con el ángulo de convergencia pueden ser, por ejemplo, el propio ángulo de convergencia, la velocidad a la que el ángulo de convergencia cambia sustancialmente, el tiempo durante el cual el ángulo de convergencia permanece sustancialmente inalterado, etc. Se  
50 puede definir una escala que comprende diferentes niveles para cada uno de dichos parámetros, de manera que los valores calculados para cada uno de los parámetros se pueden correlacionar con dichos diferentes niveles de la escala relacionada. Por ejemplo, en algunas aplicaciones, una escala relacionada con la velocidad de cambio del ángulo de convergencia puede comprender, por ejemplo, 10 niveles, en los que el nivel SL-0 corresponde a una velocidad mínima, el nivel SL-10 corresponde a una velocidad máxima, y los niveles del SL-1 al SL-9 son niveles  
55 intermedios que corresponden a velocidades intermedias entre los niveles SL-0 y SL-10.

Por ejemplo, en este tipo de matriz multidimensional, una primera dimensión puede representar la escala de niveles relacionados con el ángulo de convergencia, una segunda dimensión puede representar la escala de niveles relacionados con la velocidad a la que el ángulo de convergencia cambia sustancialmente, una tercera dimensión  
60 puede representar la escala de niveles relacionados con el tiempo durante el cual el ángulo de convergencia permanece sustancialmente inalterado, etcétera. De este modo, se puede definir un nivel particular de atención para cada combinación de niveles de diferentes dimensiones. Por ejemplo, se puede atribuir un nivel de atención AL-5 (cuyo significado puede ser, por ejemplo "atención media") a la siguiente combinación de niveles dimensionales: CA-4 (nivel 4 del ángulo de convergencia), SL-6 (nivel 6 de la velocidad a la que el ángulo de convergencia cambia sustancialmente) y UL-5 (nivel 5 del tiempo durante el cual el ángulo de convergencia permanece sustancialmente  
65 inalterado). Se pueden utilizar principios equivalentes para correlacionar el resto de los niveles de atención con los

parámetros correspondientes (ángulo de convergencia, velocidad, etc.).

El trastorno por déficit de atención con hiperactividad (TDAH, que incluye el TDA) y los tres subtipos relacionados (TDAH-PI o TDAH-I, TDAH-HI o TDAH-H, y TDAH-C) es uno de los trastornos psicopatológicos más frecuentes en niños y adolescentes (3-6%). La evaluación rutinaria del TDAH (que incluye el TDA y subtipos relacionados), que se basa en cuestionarios y el examen físico y mental y del desarrollo tiene muchos defectos y es inexacta. Si bien hay claros síntomas a los 3 años de edad, el diagnóstico actual no se puede hacer antes de la edad de 6 años (DSM-IV/DSM-V) lo que hace imposible el tratamiento precoz, el cual es esencial para la prevención de problemas personales y sociales, y los costes económicos asociados con el TDAH (que incluye el TDA y subtipos relacionados).

Los problemas en la visión binocular son comunes en una serie de trastornos neuronales, como el TDAH (que incluye el TDA y subtipos relacionados). El período crítico para el desarrollo de la visión binocular en los seres humanos es entre los tres y ocho meses de edad, con una sensibilidad a daños que se extiende hasta al menos los tres años de edad.

Por tanto, es importante evaluar a los niños en cuanto a anomalías binoculares en las etapas tempranas del desarrollo (de los 3 meses a los 2 años) para determinar si van a desarrollar trastornos neurológicos como el TDAH (que incluye el TDA y subtipos relacionados). Los procedimientos de evaluación actuales no permiten el diagnóstico del TDAH (que incluye el TDA y subtipos relacionados) antes de la edad de seis años.

Se podrían utilizar formas de realización del procedimiento propuesto para probar, detectar, comprender y diagnosticar trastornos neurológicos en los seres humanos (incluyendo adultos, niños, bebés y recién nacidos) relacionados con el TDAH (que incluye el TDA y subtipos relacionados).

En particular, se proporciona un procedimiento para medir el TDAH (que incluye el TDA y subtipos relacionados) en una persona, que comprende cualquiera de las realizaciones anteriormente descritas del procedimiento de medir la atención de una persona. Una ventaja de este procedimiento de medir el TDAH (basado en la medición de la convergencia de los ojos) puede ser que los signos del TDAH (que incluye el TDA y subtipos relacionados) se pueden detectar en una etapa temprana del desarrollo en los bebés, niños pero también en adultos. La detección temprana puede hacer que el tratamiento de la visión sea más eficaz, ya que se puede iniciar en forma temprana durante el desarrollo cortical, por ejemplo, durante el período crítico de la visión binocular. Los problemas en la visión binocular pueden ser tratados por los optometristas a través de la terapia de la visión.

Para medir los trastornos mentales, se puede comparar la modulación de la convergencia en el paciente o persona susceptible con la modulación de la convergencia en individuos sanos, y/o la comparación de las modulaciones de la convergencia se puede realizar entre diferentes condiciones. Cualquiera de las realizaciones del procedimiento para medir la atención, descritas en el presente documento, se pueden utilizar para obtener dichas modulaciones de la convergencia para compararlas.

En general, si no hay modulación de la convergencia o es diferente de la modulación de la convergencia en sujetos normales, esto puede ser indicativo de trastorno neurológico. Se pueden utilizar diferentes técnicas estadísticas para medir las diferencias entre las modulaciones de la convergencia. Diferentes algoritmos, tales como redes neuronales probabilísticas, se pueden utilizar a efectos de clasificación (por ejemplo, control vs. casos clínicos). Los niños pueden ser examinados realizando tareas visuales diseñadas para su edad.

La figura 5 ilustra gráficamente datos recogidos de convergencia ocular relativa a una persona normal y a una persona con TDAH, de acuerdo con formas de realización de la invención. En particular, esta figura muestra un primer gráfico 50 que refleja la modulación de la convergencia en un niño normal (de 7 años de edad), y un segundo gráfico 51 que refleja la modulación de la convergencia en un niño con TDAH no medicado (de 8 años de edad), en ambos casos fueron examinados realizando una tarea con/sin señales. El eje horizontal 53 se refiere al tiempo en milisegundos y el eje vertical 52 se refiere al ángulo de convergencia.

El primer gráfico 50 muestra la evolución del ángulo de convergencia 52 a lo largo del tiempo 53 para estímulos 54 atendidos por la persona normal (línea continua), y para estímulos 55 no atendidos por la persona normal (línea discontinua). El segundo gráfico 51 muestra la evolución del ángulo de convergencia 52 a lo largo del tiempo 53 para estímulos 56 atendidos por la persona con TDAH (línea continua), y para estímulos 57 no atendidos por la persona con TDAH (línea discontinua).

Con respecto al primer gráfico 50, se aprecia en la persona normal una modulación significativa del ángulo de convergencia 52 y unas diferencias significativas entre las condiciones atendidas 54 y las no atendidas 55. En relación con el segundo gráfico 51, no se aprecia en la persona con TDAH una modulación significativa del ángulo de convergencia 52 ni unas diferencias significativas entre las condiciones atendidas 56 y las no atendidas 57.

La figura 6 ilustra gráficamente unos datos sobre la modulación de la convergencia en personas normales y en personas que tienen TDAH, de acuerdo con formas de realización de la invención. En este gráfico, cuyo eje vertical

5 60 se refiere a la modulación de la convergencia, se representan seis personas normales 62 y siete personas con TDAH 63. Estas siete personas 63 han sido diagnosticadas con TDAH con el procedimiento DSM-IV. El procedimiento propuesto en este documento permite concluir que la modulación de la convergencia es significativamente mayor en los niños normales 62 en comparación con los niños que tienen TDAH 63. Se puede definir un umbral (línea discontinua) 61 para diferenciar entre personas sanas y personas con TDAH.

10 A pesar de que en el presente documento sólo se ha divulgado un número de realizaciones y ejemplos particulares de la invención, los expertos en la técnica entenderán que son posibles otras formas de realización alternativas y/o usos de la invención y modificaciones obvias y equivalentes de las mismas. Además, la presente invención cubre todas las posibles combinaciones de las realizaciones particulares que se han descrito. Por lo tanto, el alcance de la presente invención no debe estar limitado por realizaciones particulares, sino que debe determinarse sólo mediante una lectura imparcial de las reivindicaciones que siguen.

15 Además, aunque las realizaciones de la invención descritas con referencia a los dibujos comprenden aparatos y procesos realizados en aparatos informáticos, la invención también se extiende a programas informáticos, en particular a programas informáticos portados por un portador, adaptados para poner en práctica la invención. El programa puede ser en forma de código fuente, código objeto, un código intermedio entre código fuente y código objeto tal como en una forma parcialmente compilada, o en cualquier otra forma adecuada para su uso en la implementación de los procedimientos según la invención. El portador puede ser cualquier entidad o dispositivo  
20 capaz de portar el programa.

25 Por ejemplo, el portador puede comprender un medio de almacenamiento, tal como una ROM, por ejemplo un CD ROM o una ROM de semiconductores, o un medio de grabación magnético, por ejemplo un disquete o disco duro. Además, el portador puede ser un portador transmisible tal como una señal eléctrica u óptica, que puede ser transportado a través de un cable eléctrico u óptico o por radio u otros medios.

Cuando el programa está incluido en una señal que puede ser transportada directamente por un cable u otro dispositivo o medio, el portador puede estar formado por dicho cable u otro dispositivo o medio.

30 Alternativamente, el portador puede ser un circuito integrado en el que está incluido el programa, estando el circuito integrado adaptado para realizar, o para su uso en la realización de, los procesos relevantes.

**REIVINDICACIONES**

1. Procedimiento de medir la atención de una persona (10) que comprende:  
 5 presentar uno o más estímulos (20, 22) con el fin de atraer la atención de la persona (10);  
 obtener posiciones de los ojos de la persona (10);  
 detectar una o más fijaciones de los ojos a partir de las posiciones obtenidas de los ojos;  
 medir el ángulo de convergencia de los ojos y calcular su variación a lo largo del tiempo a partir de las posiciones  
 obtenidas de los ojos dentro de cada fijación de una o más de las fijaciones detectadas de los ojos.
- 10 2. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que presentar el uno o más estímulos comprende presentar una  
 pluralidad de estímulos (20, 22) en secuencia hasta que se alcanza una condición predefinida.
3. Procedimiento según la reivindicación 2, en el que la pluralidad de estímulos comprende uno o más pares de  
 15 estímulos relacionados (20, 22), comprendiendo cada uno de dichos pares de estímulos relacionados un primer  
 estímulo (20) y un segundo estímulo (22), comprendiendo el segundo estímulo (22) una alteración del primer  
 estímulo (20).
4. Procedimiento según la reivindicación 3, en el que presentar el uno o más pares de estímulos relacionados  
 20 comprende presentar al menos una señal (37) entre la presentación del primer estímulo (20) y la presentación del  
 segundo estímulo (22), proporcionando dicha señal (37) un indicio de lo que es la alteración del segundo estímulo  
 (22) con respecto al primer estímulo (20).
5. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, que comprende además obtener, para uno o más  
 25 de los estímulos presentados, al menos una acción voluntaria de la persona (10) en respuesta al estímulo  
 presentado (20, 22).
6. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 3 o 4, que comprende además obtener, para uno o más  
 de los segundos estímulos (22), una acción voluntaria de la persona (10) en respuesta al segundo estímulo (22).
- 30 7. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en el que medir el ángulo de convergencia de los  
 ojos comprende medir la velocidad (410, 411) a la que el ángulo de convergencia cambia sustancialmente.
8. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en el que medir el ángulo de convergencia de los  
 35 ojos comprende medir el tiempo durante el cual el ángulo de convergencia permanece sustancialmente inalterado  
 (412).
9. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en el que medir el ángulo de convergencia de los  
 40 ojos comprende medir, para una o más de las fijaciones de los ojos, el tiempo (412) sustancialmente transcurrido  
 desde cuando sustancialmente empieza la fijación de los ojos (420) hasta cuando empieza sustancialmente a  
 aumentar el ángulo de convergencia (414) dentro de dicha fijación de los ojos.
10. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, en el que medir el ángulo de convergencia de los  
 45 ojos comprende medir, para una o más de las fijaciones de los ojos, el tiempo (417) sustancialmente transcurrido  
 desde cuando el ángulo de convergencia empieza sustancialmente a aumentar (414) hasta cuando el ángulo de  
 convergencia sustancialmente deja de disminuir (416) dentro de la fijación de los ojos.
11. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, en el que medir el ángulo de convergencia de los  
 50 ojos comprende obtener, para una o más de las fijaciones de los ojos, el ángulo máximo de convergencia (405)  
 desde cuando sustancialmente empieza la fijación de los ojos (420) hasta cuando sustancialmente finaliza la fijación  
 de los ojos.
12. Procedimiento según la reivindicación 11, en el que medir el ángulo de convergencia de los ojos comprende  
 55 obtener la diferencia (409) del ángulo máximo de convergencia (405) con respecto a una línea de base obtenida  
 previamente (407).
13. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12, que comprende además:  
 60 determinar, para una o más de las fijaciones de los ojos, el estímulo (20, 22) que teóricamente ha causado la fijación  
 de los ojos;  
 medir, para uno o más de los estímulos determinados, el tiempo sustancialmente transcurrido desde cuando  
 sustancialmente se presenta (415) el estímulo (20, 22) hasta cuando empieza sustancialmente a aumentar el ángulo  
 de convergencia (414) dentro de la fijación de los ojos causada por el estímulo determinado (20, 22).
14. Un producto de programa informático que comprende instrucciones de programa para hacer que un ordenador  
 65 realice un procedimiento de medir la atención de una persona (10) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 13.
15. Sistema para medir la atención de una persona (10) que comprende:

- un rastreador de la posición de los ojos (11; 17);
- un dispositivo para la presentación de estímulos (12);
- un sistema informático (15) que comprende un procesador y una memoria; en el que la memoria almacena instrucciones ejecutables por ordenador que, al ejecutarse, hacen que el sistema informático (15) realice un procedimiento que comprende:
  - 5 presentar, a través del dispositivo para la presentación de estímulos (12), uno o más estímulos (20, 22) con el fin de atraer la atención de la persona (10);
  - obtener, a través del rastreador de la posición de los ojos, las posiciones de los ojos de la persona (10);
  - detectar una o más fijaciones de los ojos a partir de las posiciones obtenidas de los ojos;
  - 10 medir el ángulo de convergencia de los ojos y calcular su variación a lo largo del tiempo a partir de las posiciones obtenidas de los ojos dentro de cada fijación de una o más de las fijaciones detectadas de los ojos.

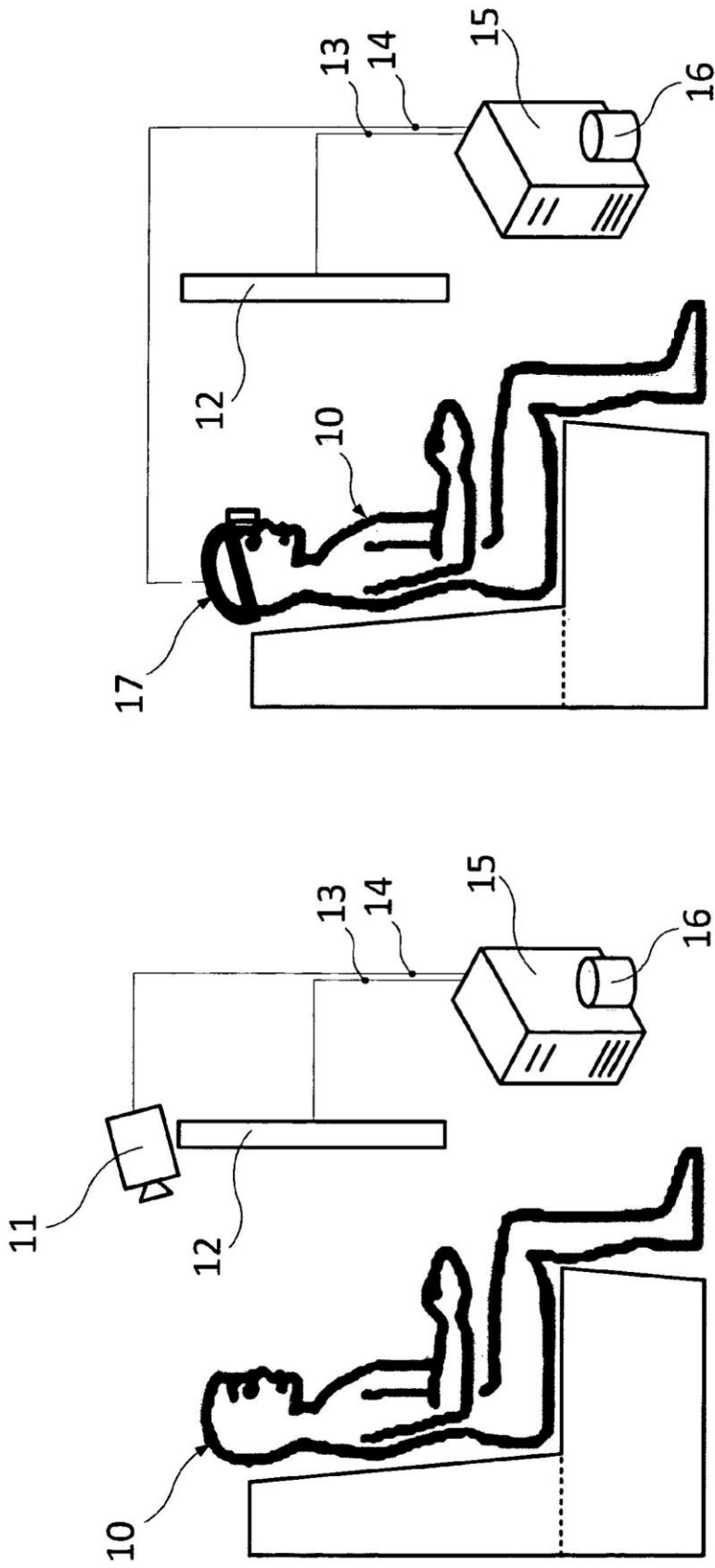
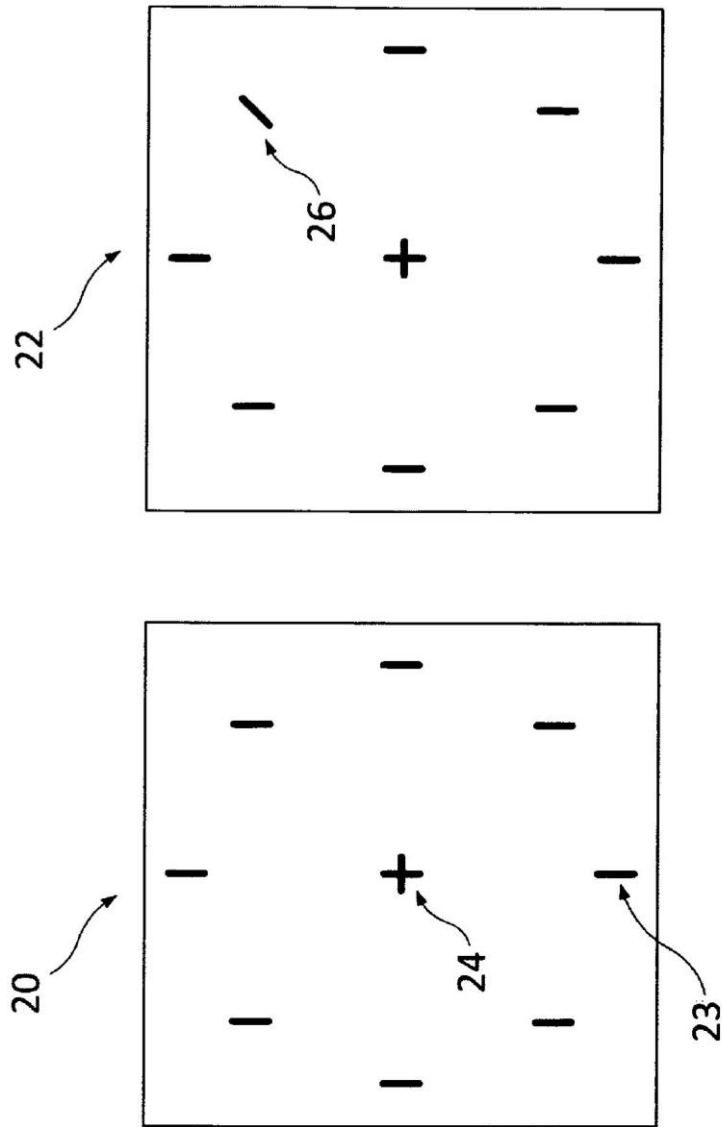


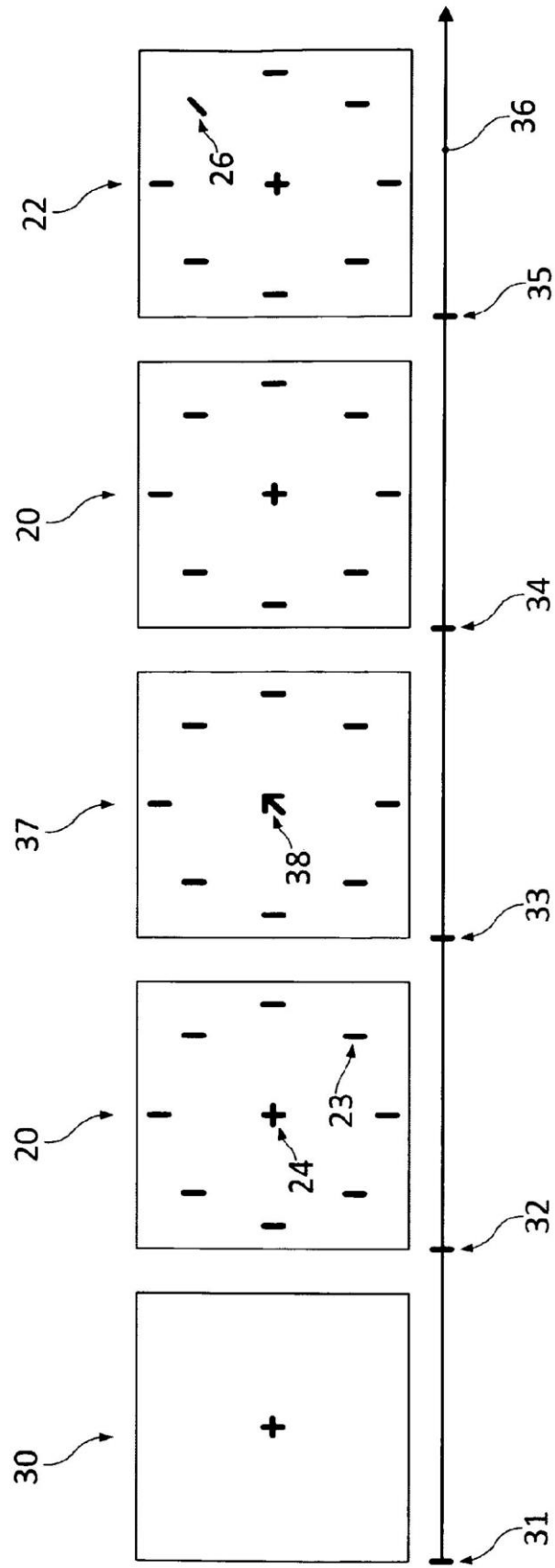
Fig.1b

Fig.1a



**FIG.2**





**FIG.3**

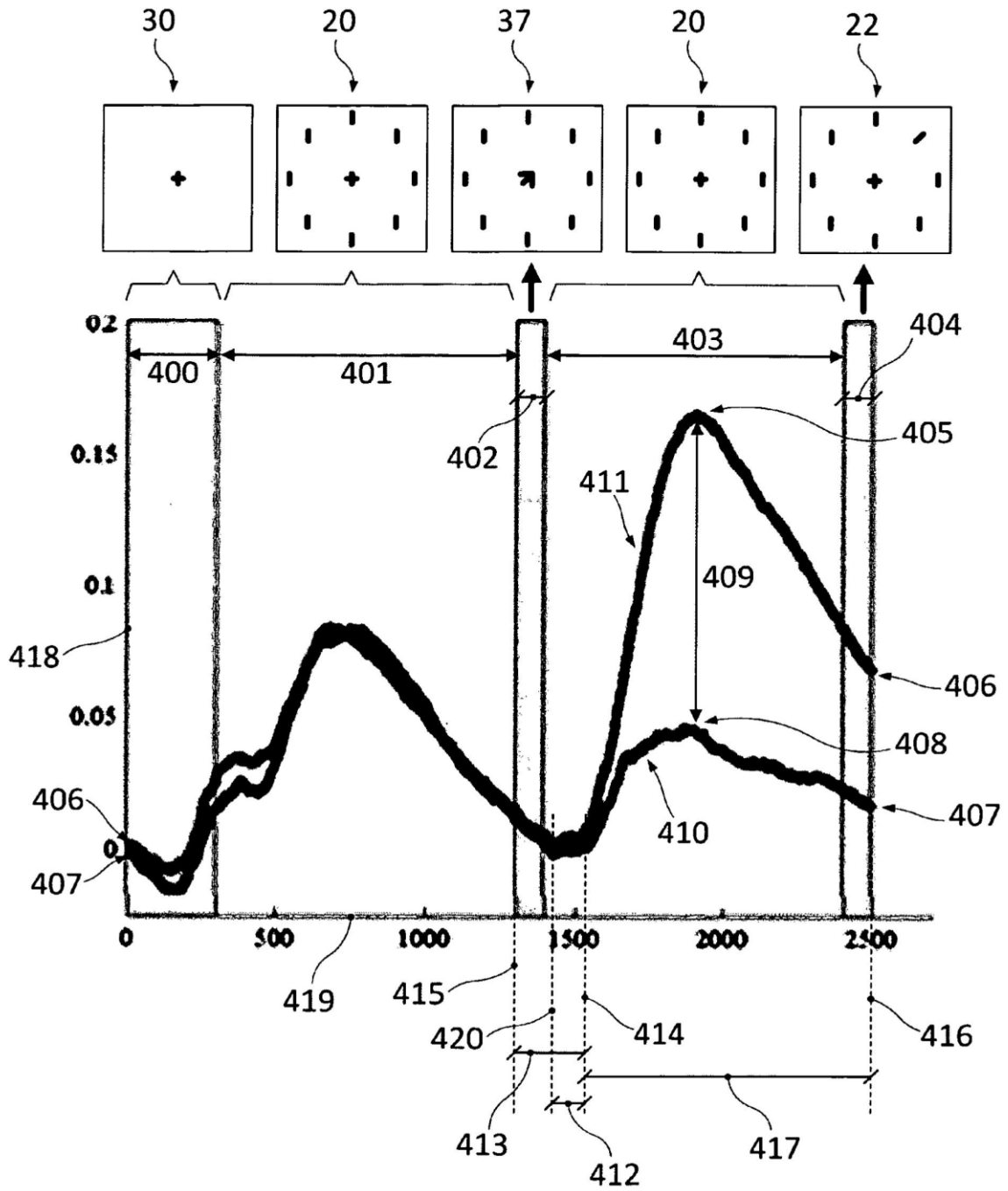


FIG.4

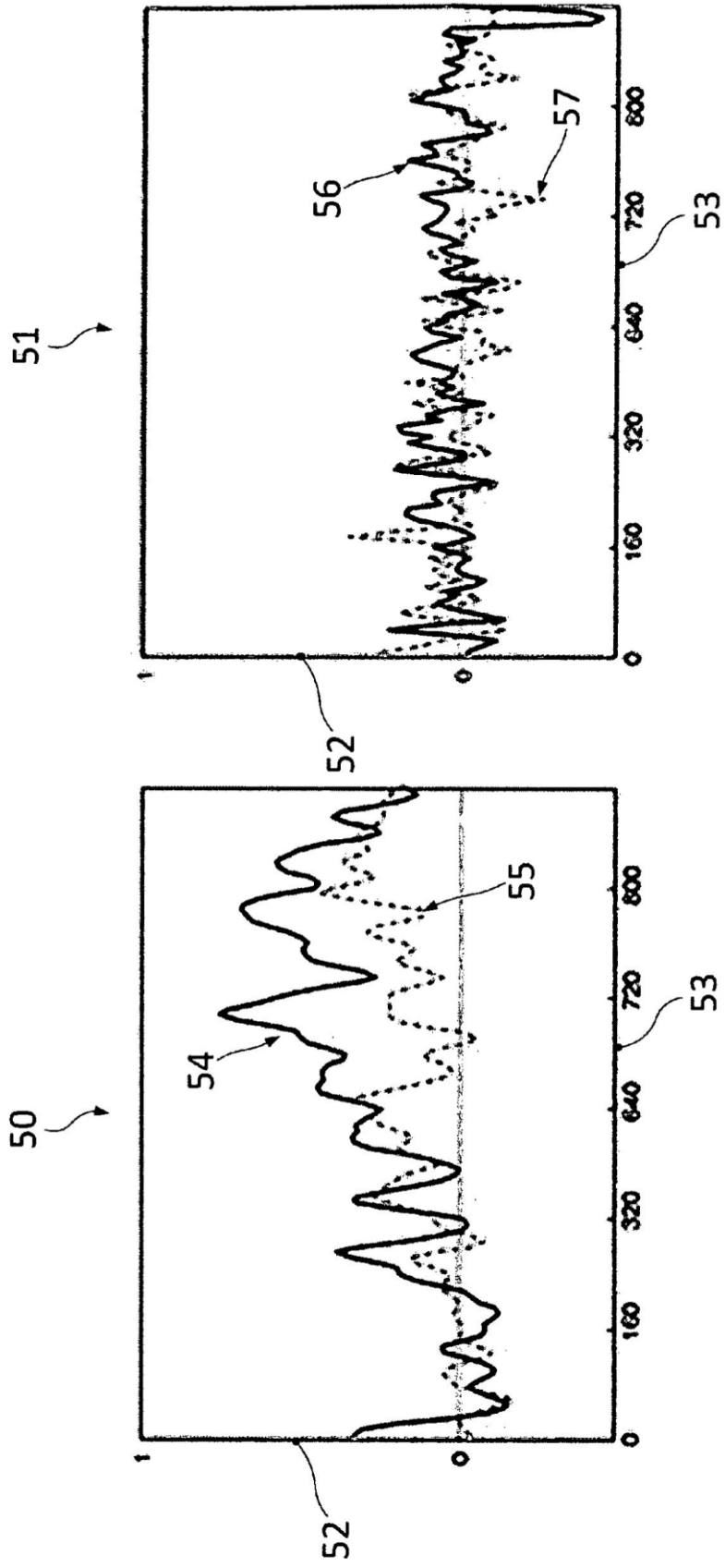


FIG.5

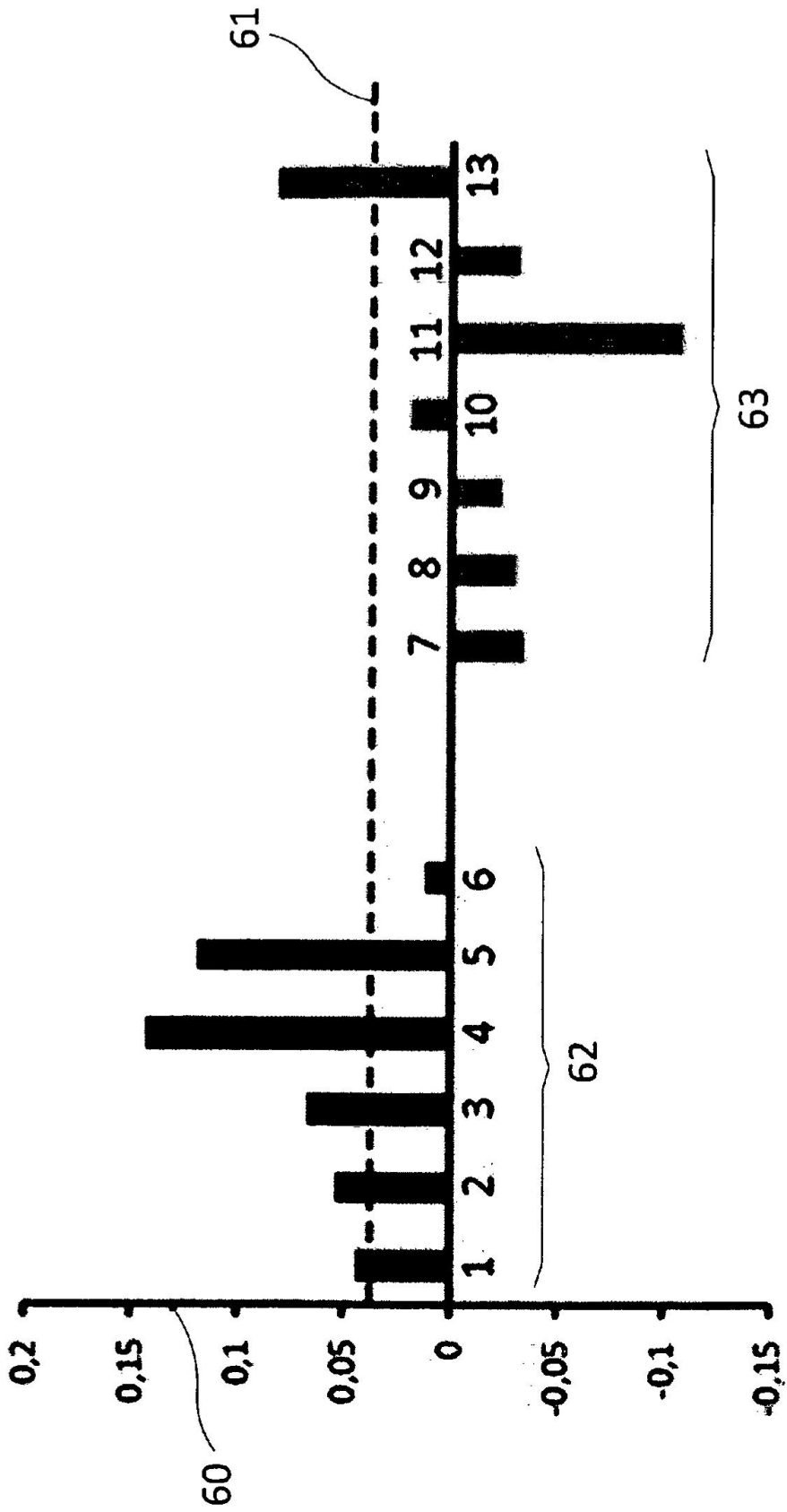


FIG.6

FIG.7

