



(19)



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 319 878**

(51) Int. Cl.:  
**A61B 5/0484** (2006.01)  
**A61B 5/00** (2006.01)

(12)

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

(96) Número de solicitud europea: **02750439 .8**  
(96) Fecha de presentación : **06.08.2002**  
(97) Número de publicación de la solicitud: **1420684**  
(97) Fecha de publicación de la solicitud: **26.05.2004**

(54) Título: **Sistema y método para examen de visión utilizando señales de interrupción para sincronizar la tasa de muestreo del potencial evocado con estímulos visuales.**

(30) Prioridad: **07.08.2001 US 924237**

(45) Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**14.05.2009**

(45) Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**14.05.2009**

(73) Titular/es: **Diopsys, Inc.**  
**335 Main Street**  
**Metuchen, New Jersey 08840, US**

(72) Inventor/es: **Hu, Z., George**

(74) Agente: **Carpintero López, Mario**

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

## DESCRIPCIÓN

Sistema y método para examen de visión utilizando señales de interrupción para sincronizar la tasa de muestreo del potencial evocado con estímulos visuales.

### Campo de la invención

La presente invención se refiere en general al ámbito del examen médico para el diagnóstico, y más concretamente a un sistema y método para pruebas auditivas y visuales mediante detección y medición de potenciales evocados producidos por estímulos sensoriales percibidos. En particular la invención está enfocada a un sistema y a un procedimiento para el examen de la vista utilizando potencial evocado, en los cuales la presentación del estímulo sensorial periódico y la tasa de muestreo para registrar señales de respuesta al potencial evocado están sincronizadas.

### Contexto

En el ámbito de los exámenes médicos resulta común, como ayuda para el diagnóstico, la realización de varios tipos de pruebas, ya sean efectuadas en el entorno de un hospital, laboratorio o en la consulta del médico. Dichas pruebas pueden variar entre la simple observación del paciente y el uso de complejos equipos de diagnóstico y examen, en los que se aplican estímulos eléctricos a un paciente, y se registran, se miden y se analizan las señales de respuesta eléctrica resultantes, provenientes del paciente. Un electrocardiograma es un ejemplo de dichas pruebas de examen y diagnóstico en las que se registran y se analizan las señales de respuesta eléctrica provocadas por los estímulos. Las señales del electrocardiograma son indicadoras del estado del corazón de un paciente, y se pueden utilizar para detectar un infarto de miocardio u otra afección cardíaca. Otra prueba diagnóstica habitual es un electroencefalograma que utiliza estímulos para generar señales eléctricas procedentes del cerebro de un paciente, que a su vez se pueden medir en forma de potenciales eléctricos (conocidos como potenciales evocados) y reflejan la actividad cerebral del paciente. Los datos registrados en una prueba de encefalograma resultan útiles para determinar circunstancias como ataques epilépticos, o para ayudar al médico en el diagnóstico de una lesión cerebral. Otros procedimientos de examen utilizan también potenciales evocados para diagnosticar una serie de enfermedades, incluidas enfermedades del sistema nervioso central, sistema auditivo y sistema visual. Los potenciales evocados se determinan normalmente midiendo las respuestas eléctricas a estímulos sensoriales. Cuando se aplica la estimulación a un sentido concreto de una persona se evoca un potencial cerebral correspondiente en una parte del cerebro que procesa la información y que funciona controlando ese sentido concreto. Dichos potenciales evocados del cerebro se detectan y se miden normalmente detectando señales eléctricas mediante electrodos posicionados en la piel del cráneo humano, en la zona del centro cerebral responsable del procesamiento de la información y correspondiente al sentido en cuestión.

Los potenciales evocados visuales (VEP) son los potenciales evocados en respuesta a la estimulación visual, y son particularmente útiles para ayudar en el diagnóstico de enfermedades oftálmicas en niños de corta edad, pues los individuos de este grupo no siempre son capaces de indicar la reactividad a los estímulos visuales o de verbalizar casos de falta de visión. La retina contiene más de 130 millones de células fotorreceptoras. Estas células convierten la luz en impulsos nerviosos que se procesan buscando ciertos rasgos que, a su vez, son transmitidos por el nervio óptico al cerebro, donde se interpretan. Los músculos insertos en el ojo controlan los movimientos de éste. Los defectos congénitos, traumas derivados de accidentes, enfermedades y el deterioro propio de la edad de los componentes del conducto óptico provocan disfunciones del ojo. El procesamiento de la información en el cerebro es por su naturaleza electroquímico. Los potenciales evocados son las respuestas eléctricas del cerebro provocadas por la estimulación sensorial. Las respuestas eléctricas del cerebro producidas por estimulación visual son potenciales evocados visualmente. Los cambios en estos potenciales evocados visualmente se pueden utilizar para localizar anomalías en el trascurso de las vías ópticas. Estas vías ópticas son acoplamiento de células interconectadas, comenzando con las células fotorreceptoras en la retina, pasando por las células horizontales, células bipolares y células amacrinas hasta llegar a las células ganglionares, que se enroscan unas a otras para formar las fibras del nervio óptico. Éstas llevan a las células del córtex visual. La retina no registra imágenes y las transmite al cerebro sin alteraciones. En lugar de ello selecciona y resume, en los modelos que llegan a ella, rasgos de información biológicamente útiles, y transmite al cerebro un mensaje filtrado selectivamente por medio de interacciones dentro de redes neurales y entre las mismas. El posterior procesamiento de la información tiene lugar en el cerebro por medio de interacciones similares, pero más complejas, en las redes neurales que allí se encuentran. Las anomalías en esta transmisión eléctrica son variaciones respecto del modelo esperado en cuanto a la reacción de las células en su recorrido por las vías ópticas. Se cree que dichas anomalías proporcionan información útil sobre muchas enfermedades y afecciones del cerebro, del sistema nervioso central, del ojo y del oído. Por tanto, un modo de detectar un posible daño visual en niños de corta edad y jóvenes es registrar y medir los potenciales evocados visuales producidos como respuesta a la estimulación visual. Los analizadores de potencial evocado visual se pueden utilizar para explorar enfermedades y afecciones del cerebro, del sistema nervioso central, del ojo y del oído. Detectan anomalías en la función del cerebro de un paciente analizando las respuestas eléctricas del cerebro al contemplar ciertos modelos de luz, observados en una pantalla de vídeo y cambiando rápidamente. Estas respuestas eléctricas se llaman potenciales. Los sensores instalados de forma no invasiva en el cuero cabelludo permiten mediciones de potenciales evocados visuales y tienen un uso amplio en investigación básica sobre la visión y como herramienta auxiliar en el diagnóstico de alteraciones neurológicas y oftálmicas. No obstante, dado que estos sensores registran potenciales evocados visuales procedentes de áreas extensas del cerebro, hasta el momento ha sido difícil o imposible relacionar con procesos neurológicos específicos los cambios registrados en estas ondas.

Los sistemas de potencial evocado han sido utilizados hasta la fecha para comprobar la respuesta del niño de corta edad ante estímulos visuales, con el fin de determinar la posible presencia de ambliopía. La no detección de la ambliopía en las primeras etapas de la vida provoca problemas de visión incurables en la edad adulta. No obstante, una detección precoz permite tratar la ambliopía de forma eficaz. En consecuencia, se considera conveniente la realización de pruebas de potencial evocado visual en niños de corta edad y en otras etapas de la vida. Un sistema de este tipo, conocido como el sistema VENUS, ha sido comercializado hasta la fecha por Neuroscientific Corp. y se describe en un artículo titulado "An Electro-physiological Technique for Assessment of the Development of Spatial Vision", Optometry and Vision Science, Vol. 74, núm. 9, 9 de septiembre, 1997. La patente U.S. núm. 4.846.567, de Sutter, describe otro sistema en el cual las disfunciones visuales de la retina se identifican y se evalúan estimulando el(los) ojo(s) con una selección de elementos ópticos controlables, donde los elementos controlables se activan con secuencias M. Las respuestas momentáneas del ojo a la activación de la selección de elementos se obtienen y se procesan utilizando las secuencias M conocidas para identificar las zonas de la enfermedad. Los elementos controlables ópticamente pueden producir destellos de luz o cambiar los colores como respuesta a la energización de los mismos.

Las infecciones del oído u otitis medias son una causa importante de visitas al médico entre la población preescolar de los EE.UU., y en su haber cuentan más de 24 millones de visitas anuales al médico de familia. El problema es serio, dado que el número de niños de edad inferior a dos años en tratamiento por dichas infecciones se ha triplicado entre 1975 y 1990. Los niños que sufren infecciones de oído recidivantes antes de los seis años de edad suelen padecer pérdidas de oído temporales, retrasos en el habla y en el lenguaje, dificultades de coordinación y, en algunos casos, pérdidas de oído permanentes. Del mismo modo, muchos niños de corta edad, unos 4 de cada 1000 nacimientos, tienen problemas que afectan al oído y provocan retrasos en el habla, en el lenguaje y en el desarrollo cognitivo. En muchos ejemplos la pérdida de oído no se detecta hasta que el niño tiene entre dos y tres años de edad y no habla aún correctamente. La presente invención se puede adaptar también para comprobar disfunciones auditivas entre niños de corta edad y jóvenes, ofreciendo así una detección precoz de problemas tanto visuales como auditivos.

Un asunto de interés relativo a las pruebas o exámenes utilizando VEP es el hecho de que la tasa de muestreo de las respuestas VEP pueden no estar sincronizadas con la presentación periódica del estímulo visual. La incapacidad de conseguir dicha sincronización dificultará la lectura y la interpretación de los datos resultantes, y puede provocar resultados no fiables y un diagnóstico equivocado. Las respuestas VEP no sincronizadas con la tasa de muestreo requieren un análisis subjetivo, y por tanto no fiable. Los métodos utilizados hasta la fecha para conseguir esta sincronización han empleado señales de disparo externas para iniciar el muestreo de los datos, careciendo por tanto de la capacidad de flexibilidad en la tasa de muestreo y dando como resultado sistemas de gran extensión, no compactos ni atractivos para su uso por parte de técnicos y demás personal médico.

### Objetivos de la invención

De acuerdo con lo anteriormente expuesto, el objetivo de la presente invención es ofrecer un sistema y un procedimiento para sincronizar la tasa de muestreo de los VEP con la presentación del estímulo visual, que supere las desventajas existentes en las técnicas anteriores.

Según un aspecto de la presente invención, se ofrece un sistema para efectuar un examen de visión tal como se especifica en las reivindicaciones 1 y 2. Según otro aspecto de la presente invención, se ofrece un procedimiento para efectuar un examen de visión utilizando el sistema de la reivindicación 1 tal como se especifica en la reivindicación 3. Según otro aspecto de la presente invención, se ofrece un procedimiento para sincronizar la presentación de una serie de estímulos sensoriales con la tasa de muestreo de señales de potencial evocado visual, utilizando el sistema de la reivindicación 2 tal como se especifica en la reivindicación 6.

Un objetivo más específico de la presente invención es ofrecer un sistema y procedimiento para sincronizar la tasa de muestreo de los VEP con la presentación del estímulo visual, determinando si una línea particular, dentro de una pantalla línea por línea del modelo del estímulo, ha sido expuesta, y generando señales de petición interrumpida a la CPU del ordenador que controla tanto la pantalla de los estímulos como el muestreo de los datos de los VEP, con el fin de iniciar y dirigir el muestreo de los datos de los VEP, y de recargar los contenidos de una RAM de vídeo para el siguiente marco de pantallas de imagen.

Más aún, otro objetivo de la presente invención es ofrecer un sistema y procedimiento para sincronizar la tasa de muestreo de los VEP con la presentación del estímulo visual, que utiliza componentes disponibles en el comercio para generar señales de interrupción y conteo de líneas.

Otros objetivos, características y ventajas de la invención serán evidentes para las personas formadas en esta disciplina, una vez se haya comprendido la invención a partir de la descripción que sigue.

### Resumen de la invención

La presente invención está enfocada, por tanto, hacia un sistema y método para efectuar exámenes de la visión, que incluyen la exposición de una serie de estímulos visuales en una pantalla, con un modelo línea por línea, para que sean observados por un paciente y para detectar los potenciales evocados visuales del paciente como respuesta a los estímulos visuales. Las señales eléctricas representativas de los potenciales evocados visuales para cada estímulo de cada serie de estímulos visuales expuestos se convierten a datos digitalizados, se registran y se miden. La presentación

del estímulo visual se sincroniza con la tasa de muestreo de las señales de respuesta del potencial evocado visual, determinando si una línea particular de la pantalla línea por línea ha sido expuesta, y generando señales de petición interrumpida en un ordenador, con el fin de iniciar y dirigir el muestreo de las señales de potencial evocado visual y de recargar los contenidos de una RAM de vídeo para el siguiente marco de pantallas de imagen.

Las características, objetos y ventajas anteriores, y otros, de la presente invención se describen más en detalle con referencia a los siguientes dibujos adjuntos al presente documento.

### Descripción de los dibujos

La figura 1 es un diagrama funcional que ilustra la arquitectura general de la presente invención;

La figura 2 es una ilustración de un tipo de estímulo visual utilizado en la presente invención;

La figura 3 es un diagrama funcional que ilustra una arquitectura de una técnica de sincronización según el actual estado de la técnica;

La figura 4 es un diagrama funcional que ilustra la arquitectura del sistema de sincronización de la presente invención;

La figura 5 es un diagrama de flujo que ilustra el proceso de sincronizar la tasa de muestreo del potencial evocado visual con el estímulo visual; y

La figura 6 es un diagrama de flujo que ilustra el proceso de la rutina de servicio interrumpido utilizada en la presente invención.

### Descripción de las formas de realización preferidas

En general el sistema de la presente invención incorpora un estimulador visual, medios de adquisición de datos, con amplificadores para realzar las señales de los VEP, y un monitor para visualizar los resultados. De forma específica, el sistema 10 de la presente invención, tal como se describe en la figura 1, incluye un dispositivo 11 medidor y registrador del potencial evocado visual (o componente de adquisición de datos), acoplado a una unidad central de procesamiento de un ordenador 14, para controlar las operaciones y las funciones del aparato 11 registrador y medidor de los VEP. El dispositivo 11 registrador y medidor de VEP incluye un amplificador 12 para resaltar las señales de VEP que se reciben, y un convertidor 13-3 analógico a digital para convertir las señales en un formato para su uso digital. El amplificador está aislado ópticamente para la seguridad del paciente, tiene una relación de rechazo en modo común elevada, un nivel de ruido bajo y estabilidad para la aplicación de la señal, y una frecuencia baja. El ordenador 14 está acoplado a un monitor 15 para visualizar los datos recogidos por el aparato 11 de registro y medición de los VEP, y para ofrecer un medio de transmitir a un operador la información relativa a la realización de una prueba en un paciente 17. El teclado 16, también conectado al ordenador 14, ofrece un medio de introducir información al ordenador relativa a un sujeto sometido a prueba. Las respuestas del cerebro a los estímulos son recogidas por sensores sujetos de forma no invasiva al cuero cabelludo del paciente, y son amplificadas, digitalizadas, registradas y analizadas por el componente de adquisición de datos. Los electrodos 20, 21 y 22, de un solo uso, se posicionan en el cuero cabelludo del paciente 17 por encima del córtex visual, del córtex frontal y del córtex parietal respectivamente. Los electrodos 20, 21 y 22 están conectados, por cable, al dispositivo 11 registrador y medidor de los VEP. Un dispositivo 23 generador de estímulos visuales está también conectado al ordenador 14 y controlado por éste, para generar estímulos visuales con el fin de que el paciente los perciba. También se puede utilizar una máscara 24 y posicionarla entre el dispositivo 23 generador del estímulo y el paciente 17, con el fin de aumentar la atención por parte del paciente ante el estímulo visual que se expone. Los estímulos son series altamente variables de modelos de luz en una o dos dimensiones. Estos estímulos se pueden modificar o variar rápidamente (por ejemplo a una tasa de marcos de ~ 60 Hz o superior), y el contraste de luminancia y la luminancia principal se pueden alterar a través de un abanico completo de las escalas de grises entre blanco y negro. Permitiendo que diferentes zonas de un modelo varíen independientemente de un área estática, o contrasten con la misma, el sistema puede hacer mediciones específicas y detalladas de potenciales evocados visuales, y efectuar todas las pruebas convencionales del potencial evocado visual.

La presente invención incorpora software soportado por el ordenador 14, con el fin de exhibir un interfaz gráfico de usuario (GUI) en el monitor 15 una vez que se inician los procedimientos de examen. El GUI permite que el operador introduzca los datos del paciente como nombre, fecha de nacimiento, número de identificación, etc. Una vez que los datos del paciente se introducen en el sistema el examen de la visión comenzará con la presentación de estímulos visuales en la pantalla 25 de exposición del estímulo del dispositivo de estímulo 23, para que el paciente los observe. La generación de los estímulos visuales por parte del dispositivo 23 la inicia y controla el ordenador 14. Los estímulos consisten en barridos de modelos espaciales variables en forma de enrejados verticales, que varían entre grueso y delgado, y la presentación de cada uno de estos modelos dura aproximadamente un segundo. La figura 2 ilustra un ejemplo del tipo de visualización de estímulo presentada al paciente. La visualización consiste en un modelo 30 de bandas claras 18 y bandas oscuras 19. El sistema de la invención implica que el dispositivo 23 generador del estímulo presente una serie de modelos en la pantalla 25 de exposición visual. Una serie consiste típicamente de seis modelos diferentes expuestos. La exposición de cada modelo dura aproximadamente un segundo. Cada modelo difiere respecto de otros modelos en el grosor de cada banda. En la presentación de las series el primer modelo expuesto tendrá las

bandas más gruesas, y cada modelo sucesivo que se exponga tendrá bandas más estrechas. Se presentará al paciente, para su observación por cada ojo, una cantidad de juegos de visualizaciones (cada juego formado por cinco barridos de una serie). Un juego consiste en cinco barridos de una serie, donde un barrido es la exposición consecutiva y continua de los seis modelos de una serie. Introduciendo órdenes en un dispositivo de entrada, como el teclado 16 conectado al ordenador 14, un operador puede variar las series y los juegos de visualizaciones y, una vez que cada serie o cada juego se haya completado, puede iniciar la presentación de la siguiente serie o del siguiente juego de visualizaciones. Para cada ojo del paciente se presenta un juego de visualizaciones. El rastreo de la información relativa a cada exposición de estímulo visual se presentará en la pantalla del monitor 15, de modo que el operador podrá seguir la actividad de visualización. Una vez que se complete la presentación de los juegos de estímulos visuales, el sistema de la invención presentará los resultados de las pruebas en la pantalla del monitor 15.

Una característica de la invención es la sincronización del estímulo visual periódico y la tasa de muestreo para registrar las respuestas a la señal del VEP utilizando tecnología informática. Este método de sincronización incluye el uso de señales de petición interrumpida (IRQ) generadas por una tarjeta gráfica de ordenador, y una rutina de manejo de la interrupción para hacer el muestreo de las respuestas de los VEP y visualizar el estímulo marco por marco a la vez. Las señales IRQ generadas por la tarjeta gráfica son señales relacionadas por sincronía horizontal o vertical. Así las señales IRQ están sincronizadas con la tasa de marcos del monitor. La sincronización entre el periodo del estímulo y la tasa de muestreo de los VEP se consigue utilizando la señal IRQ como control del tiempo.

Las señales de potencial evocado visual generadas en respuesta al estímulo visual son digitalizadas por el convertidor 13, analógico a digital, para su procesamiento por parte del ordenador. Con el fin de analizar la respuesta en estado estable del VEP en un dominio de frecuencia, y de minimizar el error de cálculo en los componentes de Fourier de los VEP, la tasa de muestreo de la conversión de analógico a digital de los VEP se tiene que sincronizar con la exposición del estímulo. Una vez que un estímulo periódico se presenta a un sujeto, el VEP producido tiene un procedimiento transitorio en un cierto periodo de arranque, por ejemplo 100 ms. Después de este periodo la respuesta del VEP alcanza su estado estable, esto es, la respuesta estadísticamente pasa a ser una señal periódica repetible. Una señal periódica se puede expresar como la suma de sinusoides con varias amplitudes, fases y frecuencias múltiples. Estos componentes de frecuencia son conocidos bajo la denominación de componentes de Fourier.

Una manera convencional de implementar la sincronización incluye el uso de señales de disparo generadas desde una tarjeta gráfica del ordenador propietario, con el fin de activar la conversión, de analógico a digital, del muestreo de los VEP. Una técnica convencional de este tipo se ilustra en la figura 3. En esta técnica, una tarjeta gráfica 350 de ordenador propietario establece contacto con una tarjeta de conversión 351 de analógico a digital (también mencionada como "ADC"). La tarjeta ADC 351 y la tarjeta gráfica 350 establecen contacto con el ordenador por medio de un bus de ordenador 352 (como un bus de arquitectura industrial estándar (ISA) o un bus de interconexión de componentes periféricos (PCI)). Cuando se está exponiendo el estímulo visual en la pantalla 25 de visualización, la tarjeta gráfica 350 envía a la tarjeta gráfica ADC 351 señales de disparo sincronizadas con la tasa de marcos. La tarjeta ADC 351 registra una muestra del VEP en respuesta a los estímulos nada más recibir cada disparo. La relación de frecuencia de la señal de disparo y la tasa de marco de pantalla del estímulo visual está ajustada previamente por el ordenador, en la tarjeta gráfica 350, por medio de la cual la tasa de muestreo sincronizada puede ser ajustada por el usuario. Por ejemplo, el software del ordenador puede ajustar previamente la tasa de disparo para que sea de dos en un marco. Así, si la tasa de marcos es de 75 Hz, entonces la tasa de muestreo activada por el disparo es de 150 Hz. La CPU anfitriona 353 del ordenador está conectada al bus por medio de un puente 354. La tarjeta gráfica 350 genera señales de vídeo regulares para la pantalla 25 de exposición del estímulo visual, con el fin de que se visualice el estímulo. Durante el muestreo del VEP la tarjeta gráfica 350 genera también disparos sincronizados de tasa de marcos 360, que se transmiten a la tarjeta ADC 351 para activar cada muestreo de datos.

La figura 4 ilustra la arquitectura del sistema de la presente invención, para sincronizar la tasa de muestreo de los VEP con el estímulo visual. En esta forma de realización no se requiere disparo externo. Tanto la tarjeta gráfica 450 como la tarjeta ADC 451 son productos disponibles en el comercio, que establecen contacto con la CPU 453 del ordenador a través de un bus PCI estándar 452 y de un puente 457. La tarjeta gráfica 450 genera señales de vídeo regulares para el dispositivo 23 generador del estímulo visual, con el fin de que los modelos se visualicen como estímulo. La tarjeta 450 incorpora un registro de conteo de línea utilizado para contar las líneas horizontales que aparecen en la pantalla de visualización 25. Durante el proceso de examen del VEP la tarjeta gráfica 450 genera además señales de interrupción 454 (IRQ), por medio de un controlador de interrupciones 455, disponible en el comercio. El controlador de interrupciones 455 comunica con la CPU 453 del ordenador a través de un bus anfitrión 456. La periodización de las señales de interrupción está determinada por el conteo de líneas visualizadas, que puede ajustar el ordenador 14 en la tarjeta gráfica 450. Cuando la CPU 453 recibe cada señal de interrupción procedente de la tarjeta gráfica 450 suspende su programa actual y establece una rutina de servicio/gestión de la interrupción. En esta rutina la CPU 453 activa la tarjeta ADC 451 para muestrear los VEP y recarga la RAM de vídeo, esto es, recarga los datos del modelo en la tarjeta de vídeo para la próxima visualización del marco.

La tarjeta gráfica 450 tiene también un comparador de líneas. Cuando el conteo de líneas alcanza el valor establecido en el comparador de líneas la tarjeta 450 genera la señal de interrupción 454. Estableciendo un valor predeterminado en el comparador de líneas el ordenador puede controlar la periodización de la interrupción. También configura el conteo de líneas en el comparador de líneas para la próxima señal de interrupción.

## ES 2 319 878 T3

De este modo el software del sistema controla íntegramente la sincronización de la presentación del estímulo con el muestreo de los datos, sin efectuar ninguna modificación del hardware. La figura 5 ilustra el proceso de la técnica de interrupción para sincronizar la tasa de muestreo de los VEP con el estímulo visual. En el paso 501 la tarjeta gráfica inicia y dirige la exposición del estímulo en el monitor del estímulo visual, línea por línea. En el paso 502 se determina si la línea específica o predeterminada de la imagen visual ha sido expuesta o no. Si ha sido expuesta los contenidos RAM de vídeo son canalizados hacia el dispositivo de visualización 23/25, con el fin de exponer el modelo, y el conteo de líneas se reinicia en cero en el paso 503. Si la línea específica predeterminada de la imagen de estímulos visuales no ha sido expuesta, se salta el paso 503, y el paso 504 determina si la línea de la exposición de imagen visual ha alcanzado o no el conteo de reinicio en el comparador de líneas de la tarjeta gráfica. Si lo ha hecho se genera una señal de petición interrumpida (IRQ) hacia la CPU 453 del ordenador (como se indica con la línea discontinua 454). El programa de aplicación 506 en la CPU 453 del ordenador controla el proceso de inicialización interrumpido. El programa 506 establece el conteo de líneas en la tarjeta gráfica para la primera interrupción que tenga lugar en un marco, y pone en marcha el contenido RAM de vídeo para el primer modelo que se visualiza. A continuación la CPU genera la IRQ para la rutina de aplicación 508 (para el manejo y la monitorización normal del sistema). Cuando la CPU recibe cada señal de interrupción generada desde la tarjeta gráfica, suspende el programa 508 y pasa a la rutina 507 de servicio interrumpido. En esta rutina el ordenador activa la tarjeta ADC para muestrear los VEP y recarga los contenidos de la RAM de vídeo para el siguiente marco del modelo que se pretende exponer.

La rutina de servicio interrumpido se describe en conexión con la figura 6. El primer paso 601 borra las peticiones interrumpidas y lee los datos de la tarjeta ADC para muestrear el VEP. En el paso 602 se determina si ésta es la última interrupción en el marco. Si lo es, el contador de líneas se ubica, para la primera interrupción en el próximo marco, en el paso 603, y si no el contador de líneas se ubica, para la próxima interrupción en el mismo marco, en el paso 604. En cualquiera de los dos casos los contenidos RAM de vídeo para la próxima imagen visual que se pretende exponer se inician en el paso 605, la rutina de servicio interrumpido se termina y el servicio vuelve a la rutina de la aplicación.

La invención se ha descrito e ilustrado en conexión con determinadas formas de realización preferidas, que ilustran los principios de la invención. No obstante, se entiende que a las personas con la formación técnica correspondiente se les pueden ocurrir diversas modificaciones y cambios, y que la intención no es limitar la invención a la construcción y el manejo de las formas de realización mostradas y descritas aquí. Por ejemplo, el sistema y el procedimiento de la invención resultan útiles para una serie de exámenes médicos en los que los estímulos sensoriales se utilizan para producir potenciales evocados visuales de un paciente como respuesta a los estímulos. Dichos exámenes pueden estar asociados a la capacidad auditiva, la capacidad de marcha, la respuesta neuronal y a otras, y también a la capacidad visual. En consecuencia, se puede considerar que una serie de modificaciones adicionales y de equivalentes entran en el ámbito de la invención tal como se define en las reivindicaciones que siguen.

## REIVINDICACIONES

1. Sistema para efectuar un examen de visión, que incluye:

un ordenador (14) con una CPU (453),

un dispositivo (23) generador de un estímulo visual, conectado a dicho ordenador y conectado a una pantalla (25) de visualización para exponer una variedad de modelos (30) con el fin de que sean observados por un paciente (17), incluyendo dicha variedad de modelos bandas claras (18) y oscuras (19) en contraste, orientadas horizontalmente, y difiriendo cada modelo de dicha variedad respecto de los otros modelos pertenecientes a una serie en el grosor de cada banda;

unos cuantos electrodos (20-22) conectados al cuero cabelludo/a la frente de un paciente, que generan señales eléctricas en representación de los mencionados potenciales evocados del paciente, a su vez en respuesta a la mencionada variedad de modelos; y

un dispositivo (11) de registro y medición de potenciales evocados visuales, conectado a dicho ordenador (14) y acoplado a dichos electrodos (20 - 22), incluyendo dicho dispositivo (11) de registro y medición de potenciales evocados visuales varios medios (12) para detectar dichas señales, conectados a dicho grupo de electrodos (20-22), medios (12) para amplificar y para resaltar dichas señales; conectados a dichos medios (12) para detectar dichas señales, medios (13) para convertir dichas señales en datos digitalizados representativos de dichas señales, medios (11, 14) para registrar dichos datos conectados a dichos medios (12) para amplificar y para resaltar dichas señales, y medios (11, 14) para medir dichos datos conectados a dichos medios (11, 14) para registrar dichos datos;

**caracterizado por:**

Unos medios para sincronizar la presentación de dicha variedad de modelos con la tasa de muestreo de dichas señales de potencial evocado, generando señales de petición interrumpida para iniciar y conducir dicho muestreo, dichos medios para sincronizar incluyendo:

Una tarjeta gráfica (450), que incluye a su vez un registro de conteo de líneas para contar las líneas horizontales expuestas en dicha pantalla de visualización, estando dicha tarjeta gráfica (450) conectada con la CPU (453) de dicho ordenador (14) y conectada con dicho dispositivo (23) generador de estímulo visual, donde dicha tarjeta gráfica genera señales de petición interrumpida (454) en periodos predeterminados en base a la información procedente de dicho registro de conteo de líneas, y

un controlador de interrupciones (455) conectado a dicha tarjeta gráfica (450), donde dicho controlador de interrupciones activa, por la vía de dicha CPU (453), dichos medios para convertir dichas señales en datos digitalizados representativos de dichas señales, donde, en el momento en que dicha CPU (453) recibe una señal de petición interrumpida (454) procedente de dicha tarjeta gráfica (450), dicha CPU (453) suspende un programa en marcha y establece una rutina de servicio interrumpido (507), en la que dicha CPU (453) activa dichos medios (13) de conversión, y carga datos de modelos en dicha tarjeta gráfica (450) para una próxima visualización de marco.

2. El sistema según la reivindicación 1, donde dicha tarjeta gráfica (450) incluye además un comparador de líneas, de modo que, cuando dicho contador de líneas alcanza un valor predeterminado en dicho comparador de líneas, dicha tarjeta gráfica (450) genera dichas señales de interrupción (454), estando la temporización de dichas señales de interrupción (454) controlada por dicho ordenador (14) mediante predeterminación de dicho valor en dicho comparador de líneas.

3. Un método para efectuar un examen de visión utilizando el sistema de la reivindicación 1, que incluye:

la exposición de una serie de estímulos visuales para su observación por parte de un paciente, incluyendo dicha serie dicha variedad de modelos presentados línea por línea;

la detección de dichas señales representativas de dichos modelos de potenciales evocados visuales; y

el registro de dichas señales representativas de dichos potenciales evocados visuales para cada estímulo de dichas series de estímulos visuales expuestos;

**caracterizado por:**

la sincronización de dicha exposición de dichas series de estímulos visuales con la tasa de registro de dichas señales eléctricas generando (505) señales de petición interrumpida (454) para iniciar y efectuar dicho registro.

4. El método según la reivindicación 3, donde dicha etapa de sincronización incluye:

determinar (502-504) la visualización de una línea predeterminada de dicha visualización de modelos línea a línea, y generar (505) dichas señales de petición interrumpida (454) para dicho ordenador, con el fin de controlar dicha

## ES 2 319 878 T3

visualización, de iniciar el registro de dichas señales de potencial evocado visual, y de recargar los contenidos de una RAM de vídeo para el próximo marco de estímulos visuales cuando dicha línea predeterminada haya sido detectada.

5        5. El método según la reivindicación 4, donde dichas señales de petición interrumpida son generadas por dicha tarjeta gráfica (450).

6. Un método de sincronizar la presentación de una serie de estímulos sensoriales con la tasa de muestreo de señales de potencial evocado visual, utilizando el sistema de la reivindicación 2,

10        **caracterizado por:**

detectar (502) la presentación de una línea particular de dicho modelo, iniciar (501) la visualización del próximo modelo en dicha serie una vez detectada dicha línea predeterminada,

15        reponer en cero (503) dicho conteo de líneas,

detectar (504) si se ha alcanzado un conteo preajustado en dicho comparador de líneas de la tarjeta gráfica, y

20        generar (508) una señal de respuesta interrumpida para la CPU de dicho ordenador cuando se haya alcanzado dicho conteo preajustado en dicho comparador de líneas de la tarjeta gráfica.

25

30

35

40

45

50

55

60

65



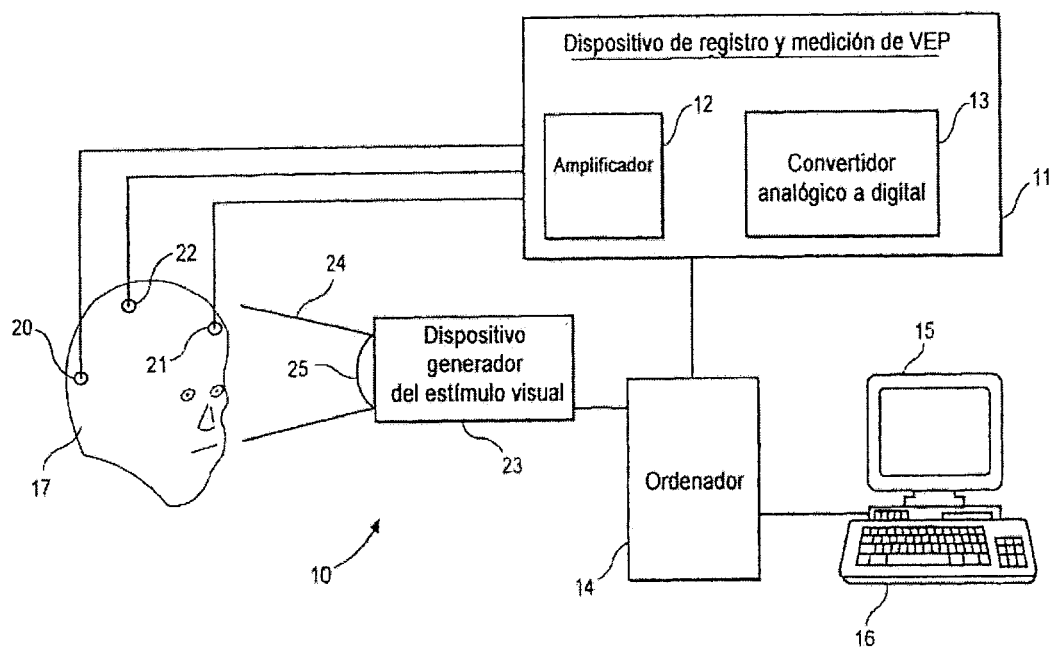


FIG. 1

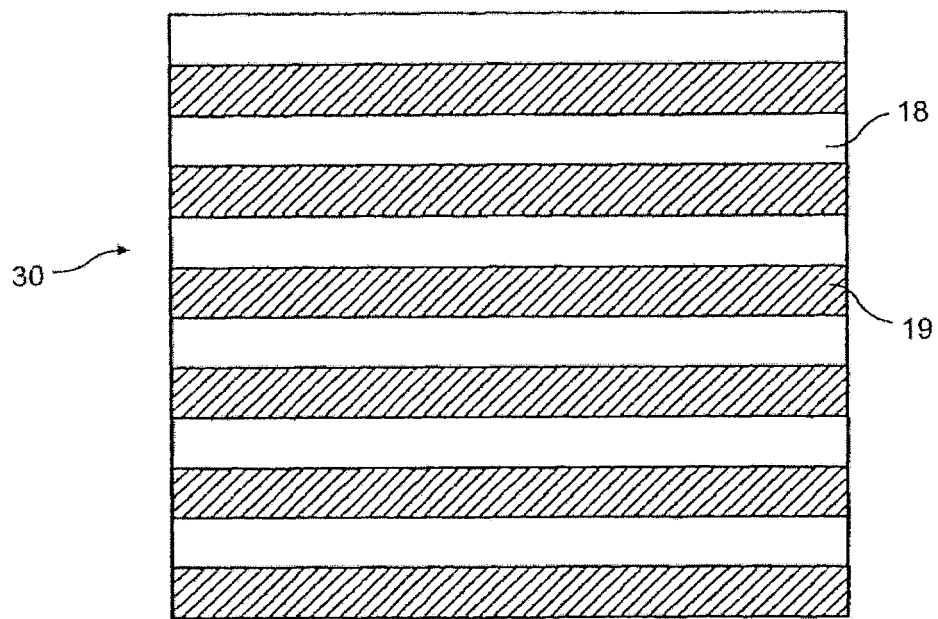


FIG. 2

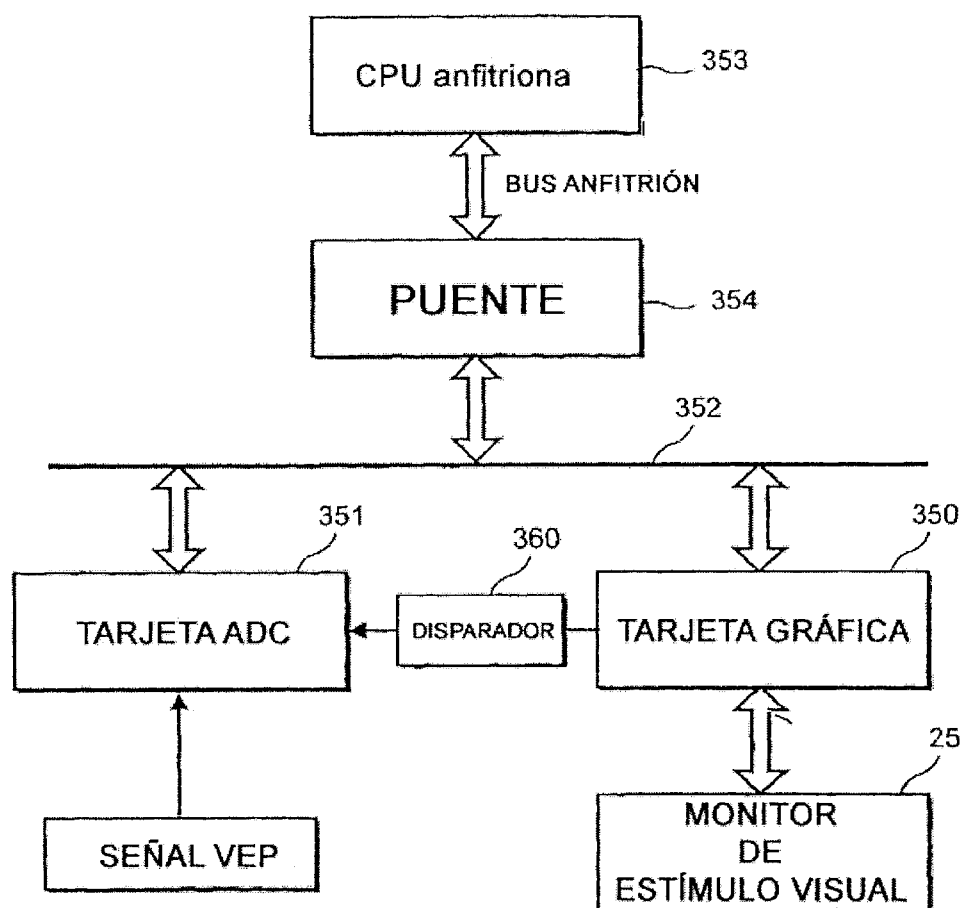


FIG. 3  
ESTADO ACTUAL  
DE LA  
TÉCNICA

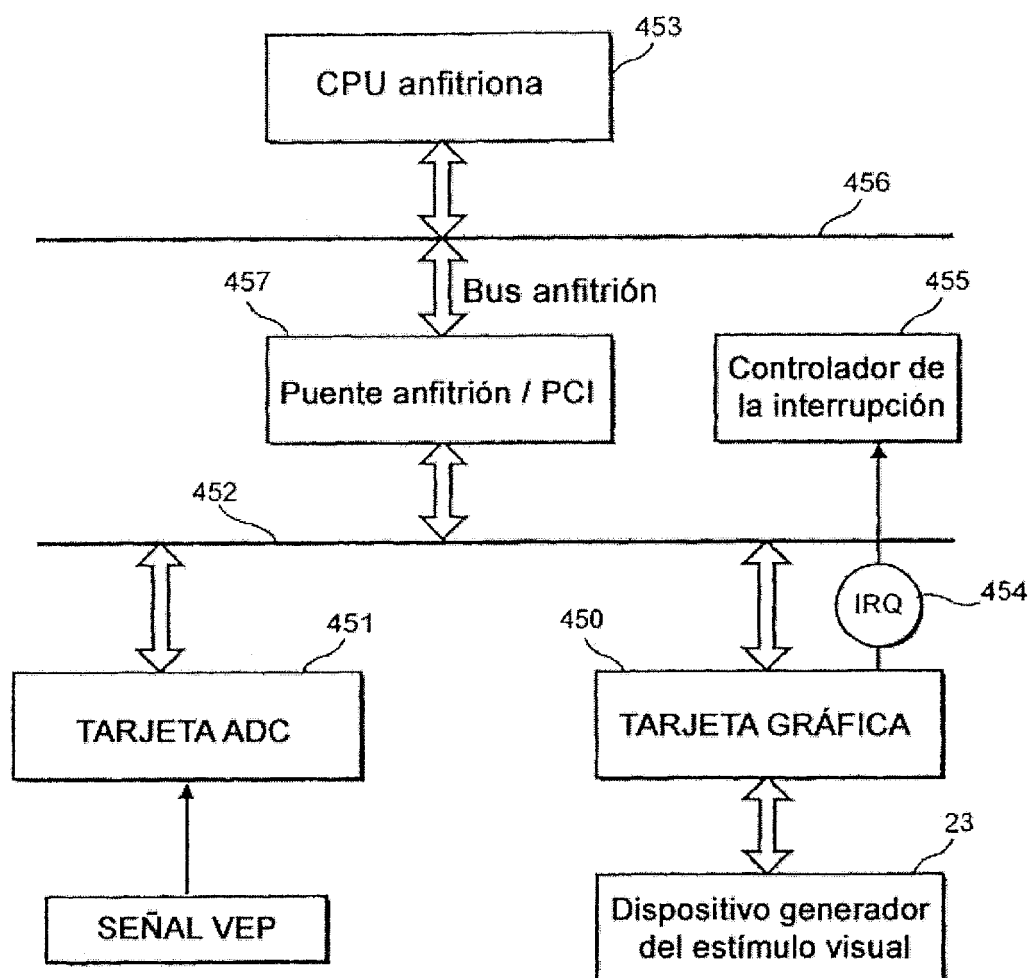
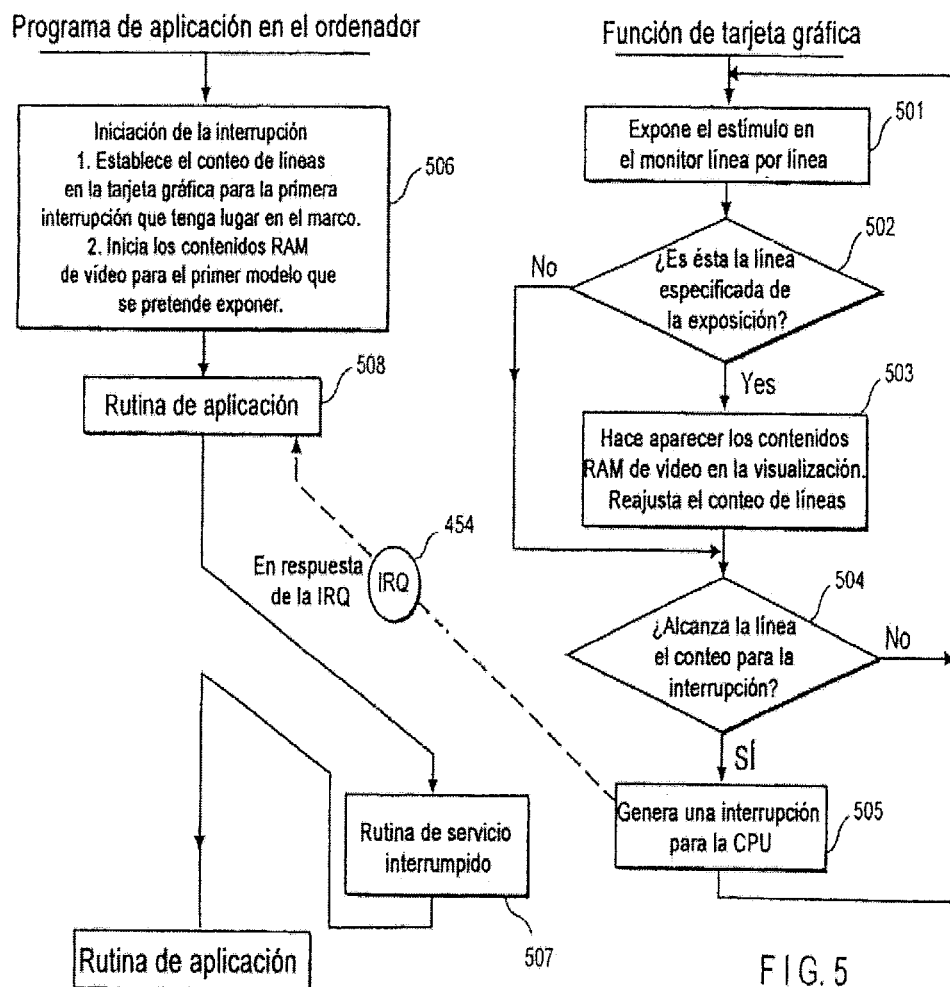


FIG. 4



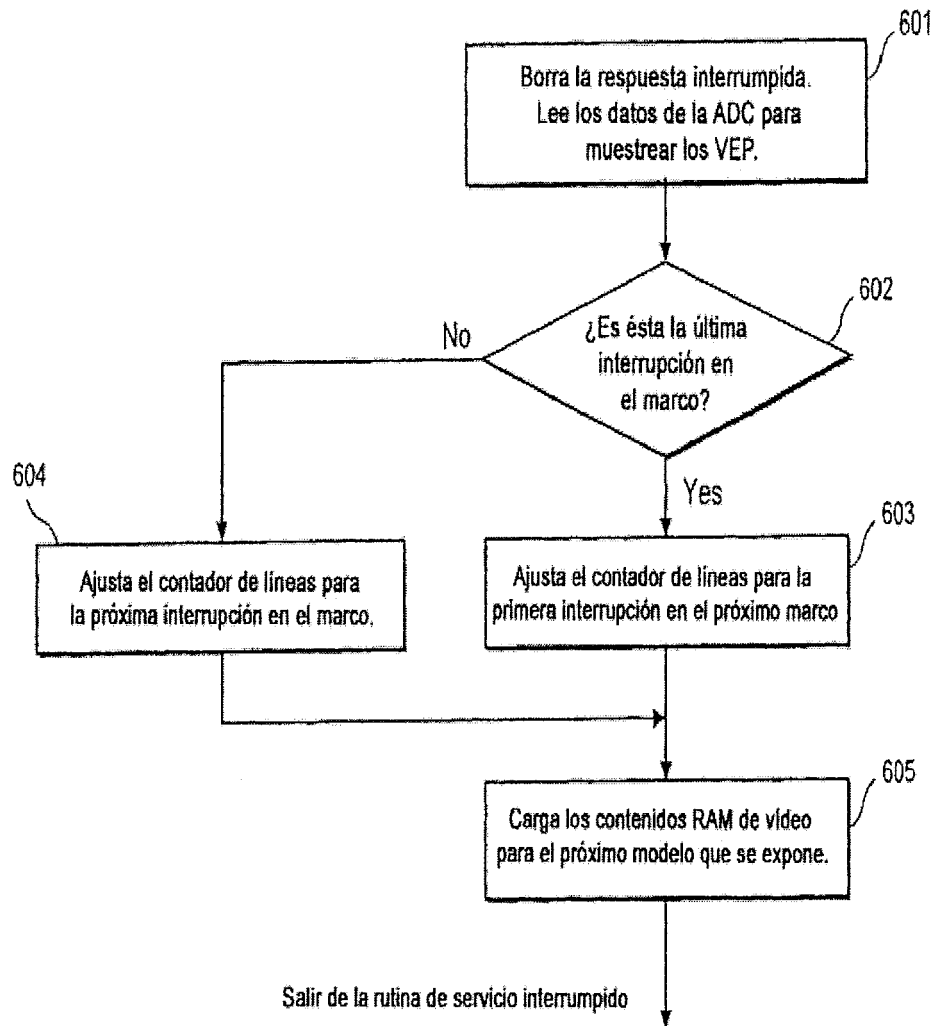


FIG. 6