

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 418 904**

21 Número de solicitud: 201100828

51 Int. Cl.:

A61B 3/024 (2006.01)

12

PATENTE DE INVENCION CON EXAMEN PREVIO

B2

22 Fecha de presentación:

21.07.2011

43 Fecha de publicación de la solicitud:

16.08.2013

Fecha de la concesión:

02.07.2014

45 Fecha de publicación de la concesión:

09.07.2014

56 Se remite a la solicitud internacional:

PCT/ES2012/000194

73 Titular/es:

**UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID
(100.0%)**

**AVDA. DE SÉNECA, 2
28040 MADRID (Madrid) ES**

72 Inventor/es:

**MEDINA RAMÍREZ , Lydia;
VILLENA CEPEDA, Consuelo;
ÁLVAREZ FERNÁNDEZ-BALBUENA, Antonio y
BERNÁRDEZ VILABOA, Ricardo**

54 Título: **SISTEMA PARA LA MEDIDA CINÉTICA DE LA VISIÓN PERIFÉRICA Y LA ANTICIPACIÓN VISUAL PERIFÉRICA.**

57 Resumen:

Se reivindica un dispositivo en forma de barra y un sistema para la medida cinética de la visión periférica y la anticipación visual periférica. La solución consiste en determinar cuándo aparece el estímulo visual en el campo visual periférico y en la estimación de la aparición de éste en un punto determinado, registrando si existe anticipación o dilación, mediante el uso de dos barras iguales y simétricas en las que se van encendiendo hileras de luces LED de distintos colores siguiendo un orden determinado. Soluciona el problema de determinar ambas medidas en situaciones más cercanas a la realidad de trabajo o de juego con iluminaciones similares a las ambientales.

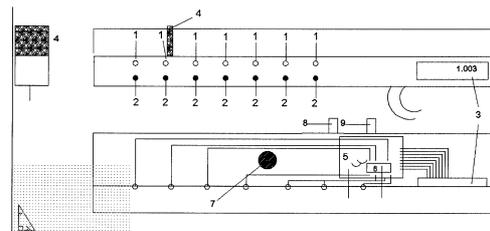


Fig. 1

ES 2 418 904 B2

DESCRIPCIÓN

Sistema para la medida cinética de la visión periférica y la anticipación visual periférica.

SECTOR DE LA TÉCNICA

- 5 La invención se encuadra en el sector de la Optometría y Oftalmología, concretamente en la determinación de la visión periférica y de la anticipación visual periférica en las personas.

ESTADO DE LA TÉCNICA

10 El campo visual en las personas viene definido por el área en la que cada persona es capaz de ver con los ojos fijos en un punto y su extensión completa abarca desde los 60° nasales hasta los 90° temporales y desde los 60° superiores hasta los 80° inferiores.

15 Gracias al campo visual, la retina periférica puede percibir objetos que no están en el eje directo de la visión y es especialmente sensible a los desplazamientos, siendo su función más característica la detección de movimiento. La perimetría determina los límites visuales en su contorno. En la zona temporal de retina se percibe una mayor disminución de la agudeza visual.

20 El campo visual periférico, fuera de los 30 grados centrales, es aproximadamente cinco veces mayor en superficie que el campo central y ello requerirá un tiempo de examen considerablemente largo para poder analizarlo.

25 Se evalúa actualmente por tres métodos diferentes: el examen de confrontación del campo visual, el examen con pantalla tangente o examen del campo visual de Goldmann y la perimetría automatizada.

A continuación se explican de manera resumida cada examen visual.

Examen de confrontación del campo visual: es una revisión básica y rápida del campo visual en la que el examinador se sienta directamente frente a la persona examinada, a 50 cm al nivel de los ojos. El examinado se cubrirá un

ojo y mirará fijamente hacia el ojo contrario del examinador con el otro. Se coloca un estímulo donde el examinado no pueda verlo y lentamente se va moviendo hacia su línea de mirada. Se le pedirá que diga cuándo puede ver dicho estímulo. Posteriormente se repite con el otro ojo.

- 5 *Examen con pantalla tangente o examen del campo visual de Goldmann:* la persona examinada debe sentarse a aproximadamente 1 metro de distancia de una pantalla con una diana en el centro. Se le pide mirar fijamente al objeto en el centro y hacerle saber al examinador cuándo puede ver un objeto que se mueve hacia su visión lateral. Este examen crea un mapa de su visión
- 10 periférica completa.

Perimetría automatizada: la persona examinada se sienta frente a un domo cóncavo y fija la vista en un objeto en la mitad. Presionará un botón cuando vea pequeños destellos de luz en su visión periférica. Sus respuestas ayudan a determinar si tiene un defecto en el campo visual.

- 15 La visión periférica se considera crucial en los deportes de equipo y hay diversos estudios que informan de un superior desarrollo del campo visual en los jugadores que practican deportes. Incluso dentro de estos jugadores, hay diferencias entre los que tienen más experiencia (el experto usa la visión periférica mientras que el inexperto usa la visión central) y diferencias entre
- 20 los jugadores que juegan en equipo (mayor nivel de visión periférica) o a nivel individual.

Utilizando el método de perimetría dinámica, el estímulo se mueve despacio desde la periferia del campo visual hasta el punto de fijación de la vista.

- El tiempo de reacción ante los estímulos recibidos en la periferia es mayor
- 25 que ante aquellos captados en la región central, pero el panorama visual es más amplio y la percepción se ejecuta más tempranamente, lo que compensa el retardo de la reacción.

- Por otra parte la visión periférica varía en un mismo sujeto atendiendo a las características cromáticas del estímulo. Es decir, jugadores con camisetas
- 30 blancas o rojas no se captarán de igual forma en el terreno de juego y aún

así, se reaccionará ante ellos más rápidamente que si estuvieran jugando con camisetas azules, negras o moradas.

Además, el deportista percibe el objeto en movimiento con anterioridad a que discrimine el color de que se trate.

- 5 Actualmente se evalúa el campo visual periférico con un equipo limitado en el espacio, a unas distancias dentro de una cúpula, donde están ubicados los estímulos a utilizar en la medida, con problemas de iluminación y por ello se debe realizar en un cuarto oscuro, evitando los reflejos en la superficie percibida por la persona examinada.
- 10 La nueva invención pretende evitar estas condiciones totalmente dispares con la iluminación propia de una actividad normal de una persona o de un partido jugado por los deportistas de las diferentes disciplinas en cubierto, dentro de un polideportivo o centro de deporte cualquiera, con una luz artificial lejos del cuarto oscuro habilitado para la medida del campo visual central y periférico.
- 15 En la patente US5953101 se utiliza un colimador portátil y de mano para verificar y medir la pérdida de visión periférica.

En la patente US201070296054 se protege un método para mejorar la visión periférica añadiendo objetos o vídeos en la zona de visión periférica mientras se fija la vista en un punto central (fóvea). Se utiliza cualquier tipo de
20 dispositivo electrónico que posea una pantalla para la reproducción de las imágenes: teléfonos móviles, tabletas, ordenadores,...

En la patente WO20110239478 se presenta un sistema para evaluar la visión periférica mediante el uso de vídeos y animaciones. El sujeto a evaluar está monitorizado por una cámara que envía las imágenes obtenidas a una
25 segunda pantalla de ordenador de tal manera que el examinador puede observar los movimientos de los ojos del examinado mientras se realiza el test de perimetría automatizada.

Otra diferencia con este instrumental estandarizado es la secuencia cinética producida por el programa informático incluido en la barra de medida para la
30 visión periférica a proteger que hace que los estímulos simulen un

deslizamiento en un carril, por su disposición en la barra; frente a las presentaciones al azar de los estímulos en la cúpula, como si de puntos sueltos se trataran y sin ninguna sensación de movimiento.

5 Esta medida debería ser la clave para que el instrumento sea suficientemente atractivo como sistema de medida y entrenamiento de los deportistas y marcar la diferencia estadísticamente significativa para que el éxito de la jugada sea total.

Se pretende que cualquier entrenador de deportes colectivos se interese por estas dos medidas, determinación del campo visual periférico cinético o dinámico y la anticipación periférica, para comprobar las deficiencias de algunos jugadores de su plantilla, desplazándoles de su actual posición cuando sea necesario y aprovechar más la zona de juego donde su campo visual periférico sea más efectivo, dadas las características físicas y tácticas del deportista de valor, deficiente en una posición incorrecta.

15 Esta invención pretende cubrir aspectos deficitarios de la evaluación de la calidad de visión en estos profesionales pero también descubrir defectos de este tipo en otros profesionales como son los conductores de cualquier tipo de transporte o personas que tienen que tener la vista concentrada en un punto para su trabajo. Pueden sufrir variaciones del entorno, que sobre la carretera se pueda cruzar de cualquier objeto de forma sorpresiva, o que se produzcan movimientos laterales importantes que puedan poner en peligro la actividad de cualquier persona o trabajador activo.

Otra ventaja añadida es que se puede utilizar como prueba subjetiva de evaluación de la visión periférica en campo abierto porque se puede trasladar el equipo al exterior del laboratorio. De esta forma se consiguen medidas más cercanas a las condiciones naturales de trabajo o de juego.

DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

Esta invención se refiere a un sistema completo para la medida y valoración de la visión periférica cinética y la anticipación visual periférica en cualquier persona con una buena compensación óptica, con gafas o lentes de contacto, y una agudeza visual superior a 0,8.

También se puede utilizar como prueba subjetiva de evaluación de la visión periférica en campo abierto por lo que es útil en visión deportiva, tanto en Optometría como en Oftalmología.

5 Para realizar las medidas se utiliza un aparato, en forma de barra, que también se reivindica y que se usa por duplicado. Las dos barras son iguales y simétricas entre sí respecto a un eje que pasa por la persona evaluada. Son huecas, de sección rectangular, (figura 1) y están realizadas en cualquier material rígido.

10 Cada barra presenta en el lado frontal dos hileras de siete luces cada una: una de LED (*Light Emitting Diode*) de color blanco (1) en la parte superior y otra de LED RGB (*Red, Green, Blue*) tricolores (2), rojo, azul y verde, en la parte inferior. En ese mismo lado frontal, en una de las barras se sitúa una pantalla de cristal líquido (3).

15 Se incorpora un elemento de control (4) justo sobre la sexta luz LED, empezando a contar desde la parte más alejada al examinado. Este elemento es macizo, de color oscuro, para acentuar el contraste con el color claro de la barra, y de forma también rectangular. Se sitúa perpendicularmente a la barra.

20 En la parte posterior de la barra hay dos interruptores (8,9), uno para intercambiar el encendido de las luces blancas o las tricolores y otro para variar el color a mostrar en las luces LED tricolor entre rojo, azul y verde.

También se conectan a la barra dos pulsadores externos (10,11), mediante sendos cables.

25 En el interior de la barra se encuentra un circuito electrónico (3) para realizar las funciones programadas, basado en un microchip PIC (6) para controlar las luces, y las conexiones entre éste y los interruptores (8,9), las luces (1,2), los pulsadores (10,11) y la pantalla de cristal líquido (3). También se halla una fuente de alimentación para el sistema.

30 Las barras van montadas sobre trípodes (Fig. 2) y para acoplarlas se perfora en el centro de su plancha inferior un agujero (7) que las sujeta a ellos. Los

trípodes se ajustan en altura para nivelar las barras con los ojos de la persona evaluada. Además permiten la medida de los límites del campo visual periférico en varias direcciones y para ello se dispone de un nivel pendular, que mide el ángulo de inclinación, colocado en el centro de la barra.

- 5 El sistema funciona de la siguiente manera para la medida de la visión periférica. Se sitúa a la persona a evaluar sentada entre las dos barras simétricas y equidistantes, a una distancia determinada de ellas. Las barras están niveladas a la altura de sus ojos. Esta persona tiene entonces que fijar su vista en un punto central situado a una distancia determinada, de tal
10 manera que no puede variar la posición ni de la cabeza ni mover los ojos. Mantendrá sujeto en cada mano un pulsador (10) conectado a una barra: en la mano derecha el conectado a la barra derecha y en la mano izquierda, el conectado a la barra izquierda.

El óptico-optometrista o profesional encargado también tendrá sujetos dos
15 pulsadores (11), uno en cada mano, como el examinado. De esta manera activa la secuencia de luces elegida, encendiendo sucesivamente las hileras de las luces, unas veces de la barra derecha y otras de la izquierda. Unas veces las luces blancas y otras las tricolores, pero en un único color prefijado, accionando los interruptores (8 ,9).

- 20 Las luces de las hileras se van encendiendo, a la velocidad deseada, de forma ordenada: primero el LED más alejado de la persona, luego el siguiente más cercano, luego el siguiente y así hasta que se encienda al final el más cercano al examinado. Es decir, desde la periferia del campo visual hasta el punto de fijación de la vista y simulando el desplazamiento del estímulo a lo
25 largo de todo el lateral como un objeto en movimiento.

El examinado tendrá que ser capaz de percibir el estímulo visual, en este caso una luz de la hilera encendida, indicando el momento preciso en que lo percibe. En ese momento el estímulo ha entrado en su campo de visión periférica y el examinado tendrá que apretar el pulsador correspondiente al
30 del lado en el que ha recibido el estímulo, interrumpiendo el funcionamiento. Además tendrá que indicar el color de la luz recibida.

La pantalla de cristal líquido (3) reflejará el tiempo transcurrido desde el encendido de la fila de LED elegida manualmente hasta que la persona puede ver el estímulo cuando llega a los límites del campo periférico útil o funcionalmente activo.

5 Para la medida de la anticipación visual periférica el proceso de encendido de las luces es el mismo y está también iniciado por el examinador. En esta ocasión la persona tendrá que apretar el pulsador (10) de la mano correspondiente cuando estime que la luz del sexto LED se va a encender, justo la que está debajo del elemento de control.

10 El examinador comprueba entonces si efectivamente se ha encendido dicha luz y si ha habido anticipación o dilación en la pulsación del examinado respecto al momento en que se ha encendido la luz realmente. Para calcular esta diferencia, si existe, se han introducido en el microchip información de unas bases de datos en los que se encuentran tabulados los tiempos
15 correspondientes.

Esta diferencia, medida en unidades de tiempo, es la que aparecerá mostrada en la pantalla de cristal líquido y será positiva cuando haya dilación y negativa cuando haya anticipación.

Se realizan las medidas a la velocidad deseada de encendido, con colores
20 diversos y con la posibilidad de evaluar la anticipación del estímulo en milésimas de segundo.

En una realización más particular sería posible retransportar el conjunto de las barras, los trípodes y los pulsadores al exterior para realizar las medidas en el entorno del área de trabajo o de su zona de competición.

25 En otra realización más particular se incluye en la barra, en el circuito electrónico (3), una aplicación informática que añade la posibilidad de una oscilación automática, en cualquier dirección, para trazar movimientos no lineales de todo tipo, simulando una trayectoria más real. Sería interesante, además, permitir que el programa varíe al azar la velocidad de
30 desplazamiento de las luces LED, para calibrar con más precisión cualquier acción similar acaecida en el desarrollo del juego o deporte.

DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

A continuación se describen los dibujos explicativos y no limitativos que se acompañan a la presente invención:

Figura 1: Planta, alzado y perfil de una barra para la medida cinética de la visión periférica y la anticipación visual periférica con: siete LED blancos (1), siete LED RGB –rojo, azul y verde- (2), una pantalla de cristal líquido (3), un elemento de control (4) sobre el sexto LED, un sistema electrónico (5), basado en un microchip PIC (6) para controlar las luces, un agujero (7) para sujetar la barra a un trípode, dos interruptores (8,9) para el cambio de colores de la filas de LED, entre RGB a blanco o viceversa, y las conexiones entre los elementos.

Figura 2: Representación del sistema con las dos barras periféricas con la persona evaluada sujetando dos pulsadores (10), uno en cada mano, y otros dos para el examinador optometrista (11).

Figura 3: Representación del circuito electrónico (5).

Figura 4: Representación del microchip PIC 16F876A (6).

MODO DE REALIZACIÓN DE LA INVENCION

La presente invención se ilustra adicionalmente mediante el siguiente ejemplo, que no pretende ser limitativo de su alcance.

Las dos barras huecas se han realizado con material plástico de dimensiones: 60 mm de alto, 110 mm de ancho y 1000 mm de largo. El grosor de las láminas es milimétrico.

El soporte se horadó con agujeros de 5 mm, separados 11 cm entre sí, para insertar los catorce LED: siete de color blanco (1) en la parte superior y siete RGB (*Red, Green, Blue*) tricolores (2), rojo, azul y verde, en la parte superior. El diámetro de las luces es de 5 mm. También se hizo un hueco para la pantalla de cristal líquido (3) que tiene unas dimensiones de 25 mm de alto y 72 mm de ancho.

Se ha incorporado en su interior un circuito electrónico (3) de superficie rectangular, de un tamaño de 200 mm x 100 mm, que incluye un microchip PIC 16F873A (6) con 28 pines.

5 En la base de la barra hueca se ha perforado un hueco (7) de 10 mm de diámetro para insertar el trípode y poder hacer el acoplamiento entre ambos.

En la parte superior de la barra hueca sobre el sexto LED se ha instalado el elemento de control de material plástico en color negro dimensiones son 160 x 115 x 30 mm.

10 Los interruptores (8,9) utilizados para intercambiar el encendido de las luces blancas o las tricolores, variando entre rojo, azul y verde fueron dos conmutadores rotativos 4C, de 3 posiciones, para circuito impreso. Se usaron de la serie 16 (LORLIN CK) y su ángulo de giro es de 30°. Varían desde 150 mA hasta 250 VAC y dan como nº de posiciones más de doce.

15 Los dos pulsadores conectados a la barra (10,11) son de tipo panel, de 30x18 mm y de botón redondo.

20 Como fuente de alimentación para el sistema se ha usado el modelo Sps-025-05, con input de corriente alterna AC 100-240 V y output de continua CC 5V/5A. Se añadieron a cada barra un interruptor de dos circuitos de tipo palanca que tiene dos circuitos independientes para cortar la alimentación de dos fuentes separadas de 3 Amp /250 VAC.

Para el registro de los tiempos empleados se utilizaron las siguientes medidas:

- altura de la hilera inferior de luces: 152 cm;
- distancia entre la 7ª luz (la más próxima al evaluado) y el eje de simetría de las barras: 162 cm;
- distancia del punto central, donde fijar la mirada, a la barra, medido sobre el eje de simetría de las barras: 77 cm;
- distancia del evaluado a la barra: el primer registro se tomó a 35 cm, el segundo, a 50 cm y el tercero, a 70 cm.

REIVINDICACIONES

1. Sistema para la medida cinética de la visión periférica y la anticipación visual periférica caracterizado

- porque comprende, al menos, dos aparatos iguales, simétricos y equidistantes entre sí y de la persona a evaluar;
- y porque los aparatos tienen forma de barra, son huecas, de sección rectangular, están realizadas en cualquier material rígido;
- y porque cada barra presenta:
 - en el lado frontal, dos hileras de siete luces cada una: una de LED de color blanco (1) en la parte superior y otra de LED RGB tricolores (2), rojo, azul y verde, en la parte inferior y una pantalla de cristal líquido (3);
 - un elemento de control (4) justo sobre la sexta luz LED, empezando a contar desde la parte más alejada al examinado;
 - en la parte posterior de la barra, dos interruptores (8,9), uno para intercambiar el encendido de las luces blancas o las tricolores y otro para variar el color a mostrar en las luces LED tricolor entre rojo, azul y verde.
 - en el interior de la barra, un circuito electrónico (3) para realizar las funciones programadas, basado en un microchip PIC (6) para controlar las luces, y las conexiones entre éste y los interruptores (8,9), las luces (1,2), los pulsadores (10,11) y la pantalla de cristal líquido (3) y una fuente de alimentación para el sistema.
 - dos pulsadores externos (10,11), conectados a la barra mediante sendos cables.

2. Procedimiento para la medida cinética de la visión periférica y la anticipación visual periférica caracterizado porque, para la medida de la visión periférica, comprende al menos las siguientes fases:

- situación de la persona a evaluar sentada entre las dos barras simétricas y equidistantes, a una distancia determinada de ellas;
- fijación de la mirada en un punto central situado a una distancia determinada sin variar la posición ni de la cabeza ni mover los ojos;
- 5 - activación de la secuencia de luces elegida por el examinador, encendiéndose sucesivamente las hileras de las luces, accionando los interruptores (8 ,9);
- encendido de las luces de una hilera, a la velocidad deseada, de forma ordenada: primero el LED más alejado de la persona, luego el siguiente
- 10 más cercano, luego el siguiente y así hasta que se encienda al final el más cercano al examinado;
- indicación por el examinado del momento preciso en que percibe el estímulo de luz mediante el accionamiento del pulsador (10) correspondiente al del lado en el que ha recibido el estímulo,
- 15 interrumpiendo el funcionamiento de la barra;
- indicación por el examinado del color de la luz recibida;
- registro en la pantalla de cristal líquido (3) del tiempo transcurrido desde el encendido del primer LED de la hilera elegida manualmente hasta que la persona acciona el pulsador.
- 20 **3. Procedimiento para la medida cinética de la visión periférica y la anticipación visual periférica** caracterizado porque, para la medida de la anticipación visual periférica, comprende al menos las siguientes fases:
 - situación de la persona a evaluar sentada entre las dos barras simétricas y equidistantes, a una distancia determinada de ellas;
 - 25 - fijación de la mirada en un punto central cualquiera sin variar la posición ni de la cabeza ni mover los ojos;
 - activación de la secuencia de luces elegida por el examinador, encendiéndose sucesivamente las hileras de las luces, accionando los interruptores (8 ,9);

- encendido de las luces de una hilera, a la velocidad deseada, de forma ordenada: primero el LED más alejado de la persona, luego el siguiente más cercano, luego el siguiente y así hasta que se encienda al final el más cercano al examinado;
 - 5 - indicación por el examinado del momento en que estime que la luz del sexto LED se va a encender, justo la que está debajo del elemento de control (4), mediante el accionamiento del pulsador (10) correspondiente al del lado en el que se ha encendido la hilera, interrumpiendo el funcionamiento de la barra;
 - 10 - registro en la pantalla de cristal líquido (3) de una medida, en unidades de tiempo.
- 4.** Sistema para la medida cinética de la visión periférica y la anticipación visual periférica según la reivindicación 1 caracterizado porque el elemento de control (4) es macizo, de color oscuro, para acentuar el contraste con el color
- 15 claro de la barra, y de forma también rectangular y se sitúa perpendicularmente a la barra.
- 5.** Sistema para la medida cinética de la visión periférica y la anticipación visual periférica según la reivindicación 1 caracterizado porque cada barra va situada sobre un trípode regulable en altura y porque para acoplarlas se
- 20 perfora en el centro de su plancha inferior un agujero (7) que las sujeta a ellos.
- 6.** Sistema para la medida cinética de la visión periférica y la anticipación visual periférica según las reivindicaciones 1 y 5 caracterizado porque los trípodes se ajustan en altura para nivelar las barras con los ojos de la persona
- 25 evaluada.
- 7.** Sistema para la medida cinética de la visión periférica y la anticipación visual periférica según las reivindicaciones 1 y 5 caracterizado porque los trípodes permiten la medida de los límites del campo visual periférico en varias direcciones y ángulos y para ello se dispone de un nivel pendular, que
- 30 mide el ángulo de inclinación, colocado en el centro de la barra.

- 8.** Sistema para la medida cinética de la visión periférica y la anticipación visual periférica según las reivindicaciones 1 y 5 caracterizado porque es transportable para realizar las medidas en entornos del área de trabajo o de su zona de competición de la persona a evaluar.
- 5 **9.** Procedimiento para la medida cinética de la visión periférica y la anticipación visual periférica según la reivindicación 2 caracterizado porque se sustituye la activación manual de la sucesión del encendido realizada por el examinador por una aplicación informática, incluida en el circuito electrónico (3), y que realiza una oscilación automática, en cualquier
- 10 dirección, para trazar movimientos no lineales de todo tipo, simulando una trayectoria más real.
- 10.** Procedimiento para la medida cinética de la visión periférica y la anticipación visual periférica según la reivindicación 3 caracterizado porque la medida de tiempo proporcionada se calcula como la diferencia entre el tiempo
- 15 que ha tardado el examinado en apretar el pulsador (10) y el dato introducido en una base de datos con los tiempos tabulados.
- 11.** Procedimiento para la medida cinética de la visión periférica y la anticipación visual periférica según la reivindicación 3 y 10 caracterizado porque la diferencia, será positiva cuando haya dilación y negativa cuando
- 20 haya anticipación.
- 12.** Procedimiento para la medida cinética de la visión periférica y la anticipación visual periférica según las reivindicaciones 2 y 3 caracterizado porque se evalúa la percepción del estímulo en milésimas de segundo.

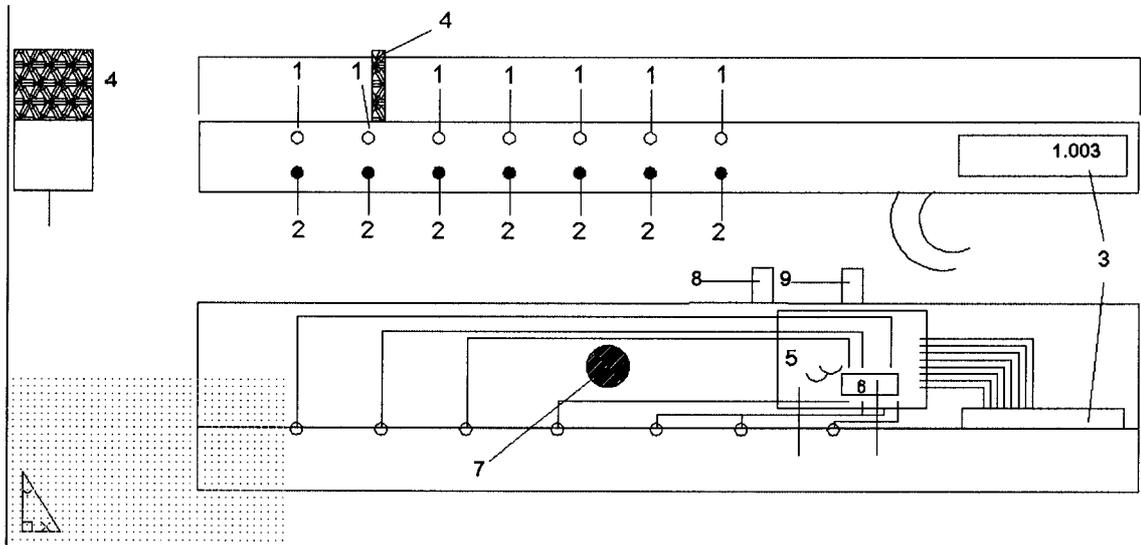


Fig. 1

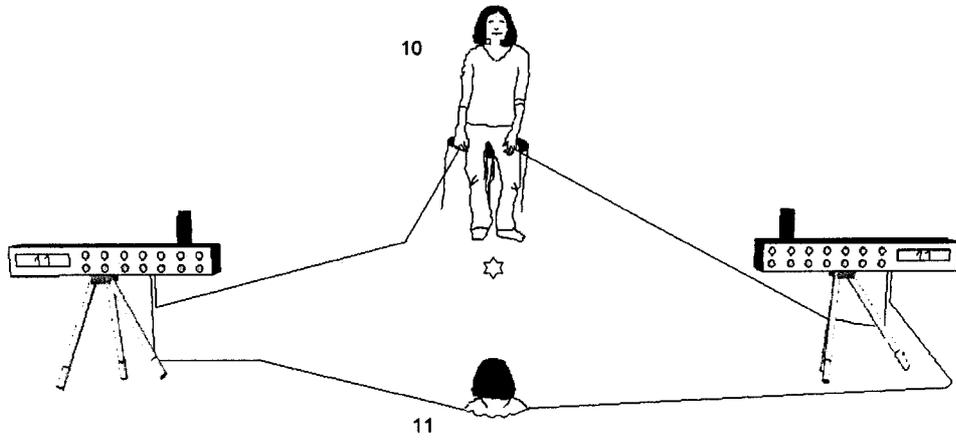


Fig. 2

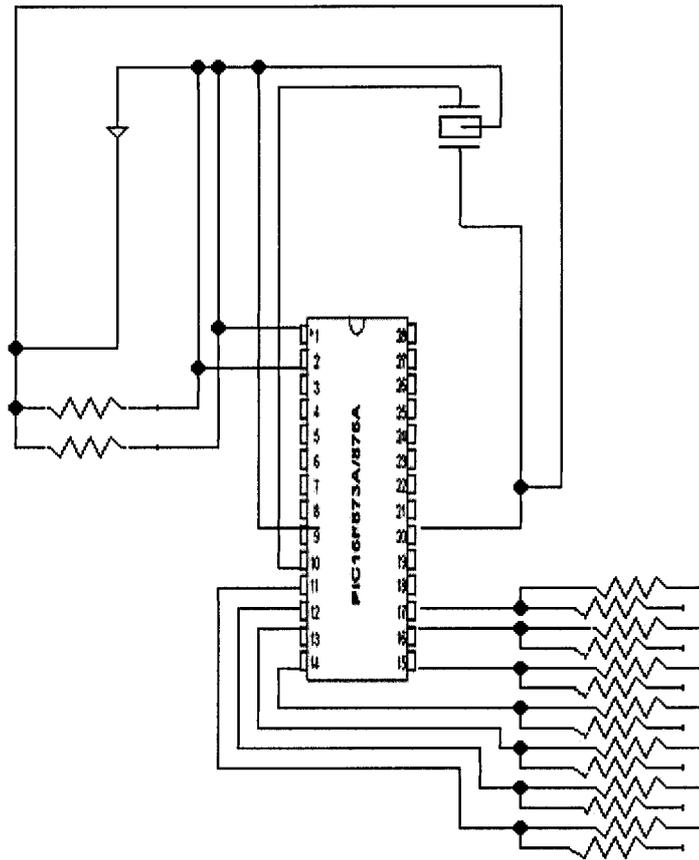


Fig. 3

28-Pin PDIP, SOIC, SSOP

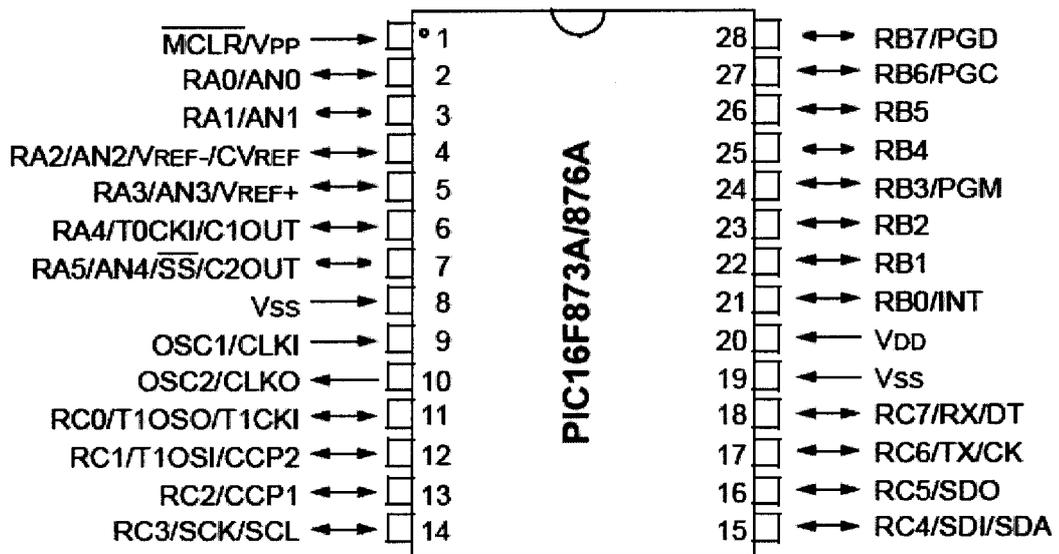


Fig. 4