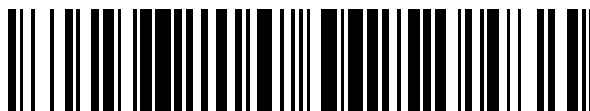


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 888 934**

51 Int. Cl.:

G06F 3/042 (2006.01)

G06F 3/038 (2013.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **01.04.2015** **PCT/GB2015/051016**

87 Fecha y número de publicación internacional: **15.10.2015** **WO15155508**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **01.04.2015** **E 15721295 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **23.06.2021** **EP 3129866**

54 Título: **Pantalla óptica táctil con una capa FTIR dispersiva con pérdidas**

30 Prioridad:

11.04.2014 GB 201406550

15.01.2015 GB 201500652

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
10.01.2022

73 Titular/es:

UNIPHY LIMITED (100.0%)

**Leeds Innovation Centre, 103 Clarendon Road
Leeds LS2 9DF, GB**

72 Inventor/es:

**DEARN, DAVID y
LOMAS, DAVID**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 888 934 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

Pantalla óptica táctil con una capa FTIR dispersiva con pérdidas

Esta invención se refiere a una pantalla óptica sensible al tacto para un dispositivo electrónico, tal como un teléfono inteligente, una tableta, un ordenador portátil, un lector electrónico o un dispositivo de juegos portátil.

5 La provisión de pantallas sensibles al tacto para dispositivos electrónicos se está generalizando cada vez más. Las disposiciones de pantalla táctil convencionales pueden comprender una superficie de pantalla LCD y un recubrimiento resistivo o capacitivo que está colocado sobre la superficie de la pantalla LCD. En una pantalla táctil resistiva, cuando se aplica presión a la superficie de la pantalla LCD, a través del recubrimiento, las señales electrónicas representativas de la ubicación relativa de dicha presión, son generadas por un controlador IC, y un controlador de dispositivo, o similar, en el dispositivo informático principal interpreta señales tales como entradas táctiles, tal como una pulsación de una tecla o una acción de desplazamiento. De manera similar, en una pantalla táctil capacitiva, la perturbación en el campo eléctrico, creada en el recubrimiento, se utiliza para determinar la acción o acciones táctiles.

15 Las pantallas táctiles resistivas están particularmente privilegiadas para muchas aplicaciones, a la vista de su bajo coste, bajo consumo de potencia y apoyo de lápiz óptico. Las pantallas táctiles resistivas comprenden, en general, capas conductivas y resistivas, separadas por espacios delgados. Cuando un puntero, tal como un dedo o un lápiz óptico, toca la pantalla y aplica presión sobre la misma, se realiza un contacto entre las capas, cerrando, de este modo, eficazmente, un conmutador, y haciendo que circule corriente. Un controlador determina la corriente entre capas para obtener la posición del punto de contacto.

20 No obstante, existen una serie de inconvenientes asociados con las pantallas táctiles resistivas. En primer lugar, como resultado del recubrimiento, las pantallas no son completamente transparentes y, en general, no se pueden leer a la luz solar directa. En segundo lugar, las pantallas de este tipo están sujetas al deterioro de las capas sensibles a la presión, y también requieren de una recalibración periódica. Además, es necesario aplicar presión para la detección: por lo tanto, si se aplica una presión insuficiente mediante un puntero, este no será detectado. Finalmente, las pantallas táctiles resistivas son incapaces de discernir que dos o más punteros están tocando la pantalla simultáneamente, una función conocida como "multitáctil".

Diversas formas de pantalla táctil y pantalla de reconocimiento de gestos que utilizan tecnologías ópticas en lugar de resistivas.

30 El documento WO 2013/17168 está dirigido principalmente a proporcionar una interfaz de usuario similar a una pantalla táctil para proporcionar entrada gestual a una ventana emisiva transparente para su uso en iluminación; la utilización de la pantalla sensible al tacto se indica como una posible aplicación. La ventana actúa como una guía de luz para la luz ambiental acoplada hacia adentro y hacia afuera en las estructuras de dispersión, estando retenida la luz en la guía de luz mediante reflexión interna total hasta que se acopla a un fotodetector en el borde de la guía de luz. Se pueden utilizar materiales de dispersión en estructuras de desacoplamiento para ayudar a acoplar la luz a los fotodetectores. Se pueden utilizar LED de montaje lateral para proporcionar luz a la guía de luz si no hay luz ambiental.

40 El documento US 2013/181896 se refiere a una interfaz gestual para un sistema de iluminación. Este puede comprender una pantalla recubierta por una guía de luz. La guía de luz está dotada de fotodetectores montados lateralmente para capturar la luz de la guía de luz, y de "redirectores de luz" montados en la parte delantera (lado del usuario) de la guía de luz para acoplar la luz dentro o fuera del dispositivo. En algunas realizaciones, puede haber fuentes de luz montadas lateralmente en la guía de luz en los bordes laterales ortogonales a aquellos en los que están dispuestos los fotodetectores. Los gestos son detectados principalmente a partir de la identificación de las sombras de los objetos utilizados para proporcionar una entrada.

45 El documento US 2004/189621 explica un lápiz óptico de luz para utilizar con una pantalla de matriz de LCD con fotodetectores dispuestos en una cuadrícula en la matriz. En las realizaciones, el lápiz óptico está dotado tanto de una fuente de luz como de un fotodetector, para permitir la comunicación bidireccional hacia el lápiz óptico y desde el mismo.

50 El documento CN 102096520 explica una disposición de pantalla óptica táctil con tres guías de luz lineales dispuestas adyacentes a tres de los bordes de la pantalla táctil, cada una con su propia fuente de luz. Los fotodetectores están colocados en cualquier extremo del cuarto borde. Diversos puntos de acoplamiento están dispuestos en los bordes de la pantalla táctil, entre la pantalla táctil y las guías de luz, y esta disposición se utiliza para determinar la posición de un toque del usuario en la pantalla táctil. Se utilizan estructuras de dispersión para acoplar la luz de las guías de luz para su detección por los detectores.

55 Los siguientes documentos son, asimismo, relevantes para la tecnología de pantalla óptica táctil: WO 99/27485; WO 2008/018768; US 2014/055418; JPH05 119909; US 2012/229422; y JP 2005316517.

La presente invención busca abordar al menos algunos de estos problemas y proporcionar una pantalla táctil mejorada en términos de coste y de fiabilidad.

De acuerdo con un aspecto de la presente invención, se da a conocer una disposición de pantalla sensible al tacto que comprende una pantalla que incluye una placa base ópticamente dispersiva, y medios para transmitir luz sobre dicha placa base y dentro de la misma, en respuesta a que un cuerpo externo toca dicha pantalla en un punto de contacto, de tal manera que una ubicación de la luz incidente sobre la superficie de dicha placa base sea representativa de una posición relativa de dicho punto de contacto en dicha pantalla, en donde dicha placa base está configurada para capturar y transmitir dentro de la placa base la luz incidente sobre la misma, y dispersar dicha luz transmitida por propagación y pérdida de energía. Una característica ópticamente dispersiva de dicha placa base es tal que una disminución en la intensidad de dicha luz transmitida con la distancia desde dicha ubicación de incidencia en dicha superficie de la placa base, se aproxima a una función exponencial, comprendiendo además la disposición al menos un sensor, para detectar una intensidad de luz transmitida desde la placa base en un borde respectivo de dicha placa base, y un medio de procesamiento, para calcular la posición relativa de dicho punto de contacto en dicha pantalla a partir de dicha intensidad de luz detectada y de dicha función exponencial, y para generar una señal de control representativa de una entrada de control obtenida a partir de dicha posición relativa de dicho punto de contacto.

De acuerdo con una realización a modo de ejemplo de la invención, la disposición puede comprender al menos dos sensores, para detectar una intensidad de luz en los respectivos bordes de dicha placa base, y la característica ópticamente dispersiva de dicha placa base puede ser tal que una relación de intensidad de la luz detectada por dichos sensores se aproxima a una función exponencial que incluye un elemento representativo de la diferencia entre las respectivas distancias de dichos sensores desde dicha ubicación de la luz incidente sobre dicha superficie de la placa base. En este caso, la característica ópticamente dispersiva y con pérdidas de dicha placa base puede ser tal que dicha relación de intensidad de la luz esté definida por una diferencia sustancialmente constante en las distancias respectivas de dichos sensores desde dicha ubicación de la luz incidente en dicha superficie de la placa base, independientemente de la posición relativa de dicho punto de contacto.

La placa base puede comprender un sustrato ópticamente transparente dopado con partículas o moléculas ópticamente refractivas y/o reflectantes. En este caso, el gradiente de dicha función exponencial puede depender del nivel de dopado de dicha placa base con dichas partículas o moléculas ópticamente refractivas y/o reflectantes.

El medio de procesamiento puede estar configurado para ajustar dicho cálculo de la posición relativa para tener en cuenta la sensibilidad angular de dicho al menos un sensor.

De acuerdo con una realización a modo de ejemplo de la invención, la pantalla puede comprender, además, una placa superior ópticamente transparente, separada de dicha placa base con una sustancia entre ellas, y la disposición puede comprender, además, una fuente de luz configurada para iluminar dicha placa superior con luz de iluminación, de tal manera que dicha luz de iluminación se refleja sustancialmente en su totalidad internamente en el interior de dicha placa superior cuando ningún cuerpo externo está tocando dicha pantalla. En este caso, el índice de refracción de la sustancia entre la placa superior y la placa base será menor que el índice de refracción de la placa superior ópticamente transparente. Por ejemplo, la sustancia entre dicha placa superior y dicha placa base puede ser aire.

La fuente de luz puede estar situada en un borde de dicha placa superior, y configurada para iluminar dicha placa superior con un rayo de luz en un ángulo de incidencia predeterminado con respecto a las superficies de la placa superior, en donde dicho ángulo de incidencia y los índices de refracción de dicha placa superior y de la sustancia entre dicha placa superior y dicha placa base puede ser tal que dicha luz de iluminación se refleja totalmente internamente en el interior de dicha placa superior cuando ningún cuerpo externo está tocando la pantalla.

De acuerdo con otra realización a modo de ejemplo de la invención, la disposición puede comprender un lápiz óptico, que incluye una fuente de luz en un extremo del mismo, y configurado para transmitir luz desde dicha fuente de luz a dicha placa base en un punto de contacto en dicha pantalla.

En este caso, la pantalla puede incluir, además, una placa superior ópticamente transparente, separada de dicha placa base con una sustancia entre ellas, y la disposición puede comprender, además, una fuente de luz configurada para iluminar dicha placa superior con una señal óptica modulada. El lápiz óptico puede incluir un fotodetector, para detectar dicha señal óptica modulada, permitiendo de este modo la comunicación bidireccional entre dicho lápiz óptico y dicha pantalla.

El medio de procesamiento puede estar configurado para calcular dicha posición relativa de dicho punto de contacto mediante un algoritmo de intersección hiperbólica.

Estos y otros aspectos de la presente invención resultarán evidentes a partir de la siguiente descripción, en la que las realizaciones de la presente invención están descritas únicamente a modo de ejemplos, y con referencia a los dibujos adjuntos, en los cuales:

la figura 1 es una vista esquemática, en sección transversal, de una disposición de pantalla táctil de acuerdo con una primera realización a modo de ejemplo de la presente invención;

la figura 2 es una vista esquemática, en sección transversal, de una disposición de pantalla táctil de acuerdo con una segunda realización a modo de ejemplo de la presente invención;

- 5 la figura 3 es una vista esquemática, en sección transversal, de una disposición de pantalla táctil de acuerdo con una tercera realización a modo de ejemplo de la presente invención;

la figura 4 es una representación esquemática de la propagación de la luz en (a) una placa con pérdidas con 'dispersiones' en comparación con (b) una placa relativamente transparente;

- 10 la figura 5 es una representación gráfica de la intensidad de la luz experimental normalizada en función de la distancia, que ilustra la intensidad de la luz recibida por un sensor óptico montado en el borde de una placa con pérdidas dopada;

las figuras 6(a) y 6(b) son diagramas esquemáticos que ilustran (a) el algoritmo descrito para la detección de una pulsación inicial de una placa con pérdidas en comparación con (b) un método de la técnica anterior para una placa transparente;

- 15 la figura 7 es una representación gráfica de la sensibilidad angular de un sensor óptico con distancia radial;

la figura 8 es una representación gráfica de la precisión posicional y de la relación de ruido del sistema de detección óptica referida a la entrada en una realización a modo de ejemplo de la presente invención;

la figura 9a es un diagrama esquemático que ilustra dos sensores opuestos en relación con un algoritmo de intersección hiperbólica descrito;

- 20 la figura 9b es un diagrama esquemático que ilustra los sensores de la figura 9a en relación con la hipérbola, mostrada en forma polar;

la figura 10a es un diagrama esquemático que ilustra las propiedades conocidas de una hipérbola;

la figura 10b es un diagrama esquemático que ilustra la carcasa de tres sensores que forman un ángulo recto; y

- 25 la figura 11 es un diagrama esquemático que ilustra una técnica para mantener el rango dinámico de la ruta de procesamiento de señales electrónicas, a pesar de un mayor nivel de la señal de fondo provocado por el deterioro de la pantalla superior.

- 30 Con referencia a la figura 1 de los dibujos, una disposición de pantalla táctil de acuerdo con una primera realización a modo de ejemplo de la presente invención comprende una placa superior 10, ópticamente transparente, y una o más fuentes de luz 12, situadas en un borde o en múltiples bordes de la misma. La placa superior 10 puede estar formada por cualquier material ópticamente transparente, tal como vidrio o un material acrílico, y no se pretende que la invención esté limitada en modo alguno a este respecto. La fuente de luz puede comprender un LED u otra fuente de luz conocida, como resultará evidente para un experto en la materia. Una lente (no mostrada) puede estar dispuesta entre la fuente de luz 12 y el borde de la placa superior 10, si se requiere, para enfocar y/o extender lateralmente la luz de iluminación. La fuente de luz puede comprender infrarrojos o ser de intensidad modulada, de tal manera que la disposición funciona eficazmente en condiciones ambientales brillantes. Pueden estar dispuestas una variedad de fuentes de luz, en cuyo caso, modulando de manera única cada fuente de luz, se puede mejorar la capacidad de detectar con precisión la posición táctil.

- 40 Se apreciará que cuanto mayor sea la intensidad de la luz, mayor será la relación de señal a ruido y, por lo tanto, la precisión del resultado. No obstante, el consumo de potencia es directamente proporcional a la intensidad de la señal. Por lo tanto, ajustando la relación de espacio de marca de la señal modulada, y/o haciendo estallar la modulación, y/o alterando las corrientes en la fuente o fuentes de luz, en momentos adecuados (por ejemplo, durante una fase de detección previa al toque), la eficiencia eléctrica se puede mejorar aun optimizando la relación de señal a ruido del sistema. Se pueden conseguir más mejoras en el sistema ajustando dinámicamente algunos niveles de luz en zonas seleccionadas de la pantalla, mientras se reducen otros. Por ejemplo, cuando se ha detectado un toque y se conoce su posición, se puede aumentar el brillo en esa zona, para permitir el seguimiento del contacto, mientras que el brillo en otras zonas de la pantalla se puede reducir para ahorrar potencia.

- 45 Situada por debajo de la placa superior 10, está dispuesta una capa intermedia 14 opcional, que tiene un índice de refracción que es menor que el de la placa ópticamente transparente. En el ejemplo mostrado, la capa intermedia 14 está compuesta de aire, pero la sustancia utilizada para la capa intermedia 14 solo está restringida por el requisito de que tenga un índice de refracción menor que el material utilizado para la placa superior 10, y la presente invención no pretende estar limitada de ninguna otra manera a este respecto.

La placa superior 10 está iluminada por la o las fuentes de luz 12, para provocar una reflexión interna total de la luz en el interior de la placa superior 10. La reflexión interna total es un fenómeno que se produce cuando una onda de luz incidente incide en un límite medio con un ángulo mayor que un ángulo crítico particular con respecto a la normal de la superficie. Si el índice de refracción es menor en el otro lado del límite y el ángulo de incidencia es mayor que el ángulo crítico, la luz no puede atravesar el límite y se refleja completamente en el interior del medio.

En el caso de que un puntero, tal como un dedo o un lápiz óptico 22 toque la placa superior 10, se interrumpe la reflexión interna total dentro de la placa superior 10, por medio de una reflexión interna total frustrada (FIR – Frustrated Internal Reflection, en inglés), lo que hace que se transmita algo de luz 23 a través de la placa 10 y de la capa intermedia 14. Una mayor presión de un puntero flexible, tal como un dedo, hace que se interrumpa un área mayor de luz reflejada totalmente internamente, aumentando el grado de interferencia frustrada y, hasta cierto punto, imitando la forma del objeto que toca la pantalla. Por lo tanto, la forma del puntero podría ser utilizada para realizar otras acciones: por ejemplo, una vez que se ha detectado el toque de un dedo y se ha determinado su forma, se podrían realizar acciones girando el dedo en la pantalla, cuyo cambio de forma sería detectable y, por lo tanto, accionable.

La disposición de pantalla táctil de la primera realización a modo de ejemplo de la presente invención comprende, además, una placa inferior 18, ópticamente dispersiva y con pérdidas, y un fotodetector 20, situado en un borde de la misma. La placa inferior 18 tiene una propiedad dispersiva que hace que la luz incidente sobre ella desde arriba se disperse hacia sus bordes, además de perderse de las superficies superior e inferior de esta placa, de tal manera que se forma una placa predominantemente con pérdidas. Dicha propiedad dispersiva se puede conseguir de varias maneras diferentes, como resultará evidente para un experto en la técnica. Por ejemplo, la placa 18 puede tener partículas o moléculas 18a microscópicas ópticamente refractivas y/o reflectantes incrustadas en ella. Dichas moléculas harán que la luz que incide sobre las mismas sea refractada y/o reflejada y, en consecuencia, dispersada en el interior de la placa inferior 18, provocando de ese modo una dispersión / pérdida y la propagación de la luz a través de la placa 18 hacia los bordes (además de hacer que la luz se pierda a través de las superficies superior e inferior de esta placa), de tal manera que puede ser detectada por el fotodetector 20. Otros métodos para proporcionar la placa inferior 18 con propiedades dispersivas y con pérdidas similares pueden incluir recubrir la placa inferior 18 con una sustancia difractante / dispersiva, o diseño superficial, como será evidente para una persona experta en la técnica.

De este modo, cuando un puntero (tal como un dedo, lápiz óptico, etc.) 22 toca la placa superior 10 y se hace que la luz pase a través de la placa superior 10 y la capa intermedia 14 a la placa inferior 18, sus propiedades dispersivas / con pérdidas hacen que la luz incidente sobre la misma desde arriba se disperse y se propague con pérdidas, tal como se describió anteriormente, a través de la placa 18 hacia los bordes, de tal manera que parte de dicha luz es detectada por el fotodetector 20. Se apreciará que la ubicación en la que se toca la placa superior 10 determinará la ubicación relativa en la placa inferior 18 en la que incide la luz y, por lo tanto, la distancia de dicha luz incidente desde los bordes de la placa inferior 18 (es decir la distancia que debe recorrer la luz para alcanzar el borde del fotodetector). Como resultado, la cantidad relativa de luz detectada por el fotodetector dependerá completamente de la ubicación en la que se toca la placa superior 10 y, por lo tanto, la ubicación de la placa inferior 18 en la que incide la luz.

Se apreciará que la propiedad dispersante / dispersiva de la placa inferior con pérdidas aumenta la cantidad de luz capturada por la placa y también la manera en que se dispersa y atenúa en la dirección lateral. Por lo tanto, esta propiedad puede ser utilizada para controlar el comportamiento de la atenuación de la luz capturada con la distancia desde el toque de origen, de modo que la ubicación del punto de contacto se pueda calcular de manera única y la precisión de la posición del contacto se pueda controlar. Asimismo, es deseable controlar el perfil de la luz capturada atenuada con la distancia controlando el perfil de la concentración del material dispersante / dispersivo incrustado en la placa inferior 18.

En cualquier caso, un medio de procesamiento (no mostrado) está dispuesto para recibir datos desde el o los fotodetectores, representativos de la cantidad e intensidad de luz detectada por el o los mismos y, por lo tanto, calcula la ubicación en la placa superior 10 del punto de contacto y la naturaleza y/o forma del contacto. Por lo tanto, mediante la comparación de la intensidad relativa en cada fotodiodo y sus ubicaciones relativas, así como el conocimiento de las propiedades dispersivas y atenuantes de la placa inferior 18, es posible calcular la posición y la naturaleza de un toque o, incluso, de múltiples toques. A continuación, un controlador de dispositivo (no mostrado) podrá interpretar los datos resultantes como una entrada táctil, tal como una acción de pulsar una tecla o de desplazamiento.

De este modo, de acuerdo con una realización a modo de ejemplo de la presente invención tal como se ha descrito anteriormente, se da a conocer una pantalla superior sensible al tacto, en la que la luz inyectada en los bordes de esta placa superior está contenida por fenómenos de reflexión interna total (TIR – Total Internal Reflection, en inglés). Al tocar la superficie de esta placa superior se libera una pequeña proporción de esta luz, por un fenómeno de “evanescencia” o reflexión interna frustrada (FIR). Se apreciará que la proporción de luz emitida por la reflexión interna frustrada comprende una fracción muy pequeña de la luz en la placa superior.

El pequeño porcentaje de luz liberado por la placa superior es dirigido a continuación hacia una placa inferior, que está dopada deliberadamente con partículas reflectantes / refractivas, para que tenga muchas pérdidas con respecto a la luz que se desplaza a lo largo de su longitud. Además, solo un pequeño porcentaje de la luz emitida por la placa superior es capturado, inicialmente, en la placa inferior. La placa inferior está tan fuertemente dopada que en la

5 dirección lateral la placa es casi opaca. Los sensores en los bordes de la placa inferior detectan este pequeño porcentaje de luz que llega a los bordes y, tal como se mostrará en las siguientes explicaciones, lo convierten en información posicional.

A continuación, se describe el funcionamiento de la placa superior e inferior, y la técnica para detectar la posición del contacto se describirá en detalle.

- 10 La utilización de luz evanescente emitida por FIR cuando se toca, tiene varias ventajas en comparación con técnicas de la técnica anterior, tales como "rotura del haz" o detección de luz difusa reflejada por la mano o el dedo. Estas ventajas incluyen, pero no están limitadas a, una detección más clara de cuándo el dedo o el lápiz óptico toca la pantalla (en lugar de estar ligeramente por encima de ella), así como, al menos en cierta medida, una indicación de la variación en la presión del contacto. Una ventaja adicional es el coste, debido a la posibilidad de un número
- 15 reducido de fuentes de luz y de sensores.

- La utilización de luz evanescente emitida por FIR cuando se toca ha sido objeto de alguna investigación, ya sea cuando se utilizan cámaras directamente para obtener imágenes de esta luz emitida, o cuando dicha luz es redirigida a una serie de detectores en el lado de la pantalla, con el fin de obtener una imagen de la posición. No obstante, una de las principales características novedosas de las realizaciones de la presente invención es la
- 20 utilización de luz evanescente emitida por FIR cuando se toca una placa superior, y la utilización deliberada de esta junto con una placa con pérdidas por debajo, para calcular la posición, sin la necesidad de una matriz de sensores para visualizar directamente la posición del contacto. Específicamente, la placa con pérdidas está dopada para dar el coeficiente de pérdidas requerido para una resolución táctil determinada a una distancia máxima definida, en un ancho de banda / tiempo de respuesta determinado.

- 25 Con los pequeños niveles de luz emitidos por la pulsación evanescente, que son órdenes de magnitud menores que los de, por ejemplo, los punteros láser, y puesto que solo un pequeño porcentaje de esta luz es capturado por la placa difusora inferior con pérdidas, puede parecer contrario a la intuición utilizar una placa inferior, que habitualmente transmite solo un pequeño porcentaje de la luz incidente a los bordes que van a ser detectados. No obstante, los inventores han desarrollado un enfoque novedoso para una detección táctil precisa.

- 30 Cuando se considera la señal que detectan los detectores ópticos, es un fenómeno claramente conocido que siempre estará presente un ruido eléctrico aleatorio, tanto en los sensores como en cualquier circuitería de amplificación / detección. Este ruido creará una incertidumbre en la precisión posicional de la pulsación dependiendo de las características de la señal con respecto a la posición. Por supuesto, la señal puede ser promediada o filtrada o procesada de otra manera para reducir el efecto del ruido, pero esto tendrá el efecto bien conocido de reducir el
- 35 ancho de banda y aumentar el tiempo para detectar una posición precisa de la pulsación.

La utilización de una placa con pérdidas para detectar la posición aborda esta necesidad de conseguir una cierta precisión posicional dentro de un ancho de banda / tiempo determinado. A continuación, se puede ver que la placa con pérdidas tiene la clara ventaja de perder energía con la distancia de una manera controlada y, por lo tanto, proporciona una mayor precisión en la distancia para un nivel de ruido determinado.

- 40 El análisis matemático de la precisión posicional para un nivel de ruido determinado se describe en detalle a continuación.

Relación entre la pendiente de la intensidad frente a la distancia y la precisión posicional para un nivel de ruido determinado:

- Se sabe que en una placa con pérdidas la intensidad de la luz recibida por un sensor óptico puede ser relacionada con la distancia mediante una ecuación:
- 45

$$I = I_0 e^{\frac{-x}{K_L}} \dots\dots\dots \text{ecuación (a),}$$

donde I es la intensidad de la luz en el sensor óptico, I_0 es la intensidad de la luz extrapolada donde es inyectada en la placa, K_L es una constante que, como se explica, depende de la concentración de dopaje, y x es la distancia desde el punto de inyección de la luz al sensor óptico.

- 50 Diferenciando esto, se obtiene

$$\frac{dI}{dx} = -\frac{I}{K_L}$$

Por ello:

$$dl = dx \cdot \frac{I}{K_L} \dots\dots\dots \text{ecuación (b)}$$

A continuación, si se define I_N como la corriente de ruido referida a la entrada rms / $\sqrt{\text{Hz}}$, y B como el ancho de banda efectivo del sistema, entonces se tiene $dl = I_N \cdot \sqrt{B}$.

- 5 Asimismo, si se define Δx como la incertidumbre de la distancia en ± 3 desviaciones estándar (tal como se ilustra en la figura 8 de los dibujos) de la posición de la pulsación calculada, que representará el 99.7 % de todos los casos debido a la naturaleza gaussiana del ruido electrónico aleatorio, se puede reescribir la ecuación (b) como:

$$\Delta x = \frac{6 \cdot I_N \cdot \sqrt{B} \cdot K_L}{I} \dots\dots\dots \text{ecuación (c)}$$

- 10 Por ejemplo, en una realización a modo de ejemplo de esta invención, $I_N = 250 \text{ fA} // \sqrt{\text{Hz}}$, $B = 10 \text{ Hz}$, $K_L = 22 \text{ mm}$, $I_0 = 1997 \text{ pA}$, $x = 80 \text{ mm}$, dando una precisión de:

$$\Delta x = \pm 1 \text{ mm}$$

Cabe señalar, claramente, que la transparencia de una placa con pérdidas en la dirección vertical es similar a la de una placa sin pérdidas, debido a la delgadez de las placas. Solo en la dirección lateral la placa con pérdidas es relativamente opaca.

- 15 Cabe señalar que la utilización de una placa con pérdidas de utilización novedosa para la detección posicional es relativamente contraria a la intuición, y está en completo contraste con el enfoque adoptado en las disposiciones de la técnica anterior, donde se prevé una pantalla sin contacto, de bajas pérdidas, para ser utilizada con punteros láser de brillo relativamente alto (tal como, por ejemplo, en el documento WO 2008/018768). Dicha técnica anterior utiliza un fósforo y evita deliberadamente la utilización de material de dispersión dentro de la placa, con el fin de intentar
20 eliminar la mayor cantidad posible de pérdidas dentro de la placa [35,97,161,39,54,90,99]. Un elemento de los aspectos de la presente invención es controlar la pérdida en la placa inferior para mejorar la precisión posicional. Este enfoque tiene ramificaciones para el algoritmo de detección utilizado.

- Además de tener una mayor precisión posicional, la utilización de partículas reflectantes / refractivas relativamente baratas utilizadas para dispersar la luz dentro de la placa tiene ventajas de coste en comparación con la utilización
25 de fósforos (que emiten y, a continuación, irradian de nuevo la luz incidente).

El diagrama de la figura 4 ejemplifica la diferencia en los modos de funcionamiento entre una placa inferior con pérdidas que utiliza dispersión y un enfoque basado en una placa relativamente transparente que utiliza un fósforo.

- Se puede mostrar que la utilización de una placa inferior con pérdidas con partículas dispersas en las concentraciones necesarias para detectar una pulsación evanescente sobre la pantalla superior proporciona una
30 distribución de intensidad que es exponencial para todos los propósitos prácticos.

El gráfico de la figura 5 muestra datos experimentales tomados de dicha placa, trazados logarítmicamente en función de la distancia lineal. Esta relación concuerda bien con la teoría.

- Cabe señalar que un aspecto novedoso de esta invención es que la concentración y el tipo de dopantes utilizados para dispersar la luz afectarán al gradiente de esta intensidad en función de la distancia. Esta concentración se
35 puede seleccionar deliberadamente, de acuerdo con aspectos de esta invención, para conseguir la precisión posicional requerida con un nivel de ruido electrónico determinado y un ancho de banda / tiempo de respuesta determinado, tal como se ha explicado anteriormente.

De este modo, un aspecto novedoso de las realizaciones de la presente invención es la manera en que se utilizan las características de esta placa con pérdidas para determinar la ubicación de la pulsación.

- 40 Se puede mostrar que, puesto que la intensidad de la luz en la placa con pérdidas es exponencial para todos los propósitos prácticos, y en cuyo caso la intensidad se puede expresar como en la siguiente ecuación.

$$I_1 = I_0 \cdot e^{-\frac{d_1}{K_L}} \dots\dots\dots \text{ecuación 1}$$

- Donde I_1 es la intensidad medida en un sensor (1), I_0 es la intensidad original de la luz capturada por la placa, que se encuentra a la distancia d_1 desde el sensor (1). K_L es simplemente una constante que determina la pendiente del
45 gráfico de intensidad en función de la distancia (dibujado logarítmicamente)

Utilizando la ecuación 1 anterior para encontrar la relación de intensidades para dos sensores (1 y 2), se obtiene la siguiente ecuación:

$$I_1 = I_0 \cdot e^{-\frac{d_1}{K_L}} \dots\dots\dots \text{ecuación 2}$$

Reordenando esto tomando el logaritmo natural de ambos lados, da

5 $\ln\left(\frac{I_1}{I_2}\right) = -\frac{(d_1-d_2)}{K_L} \dots\dots\dots \text{ecuación 3}$

Se puede ver que, si se mide la relación de intensidades de señal vistas por un par de sensores (I_1 e I_2), y, a continuación, se determina la ruta de la relación de señal constante en esta placa, la ruta seguiría un curso en el que el valor de $d_1 - d_2$ es una constante.

Se sabe que dicha ruta describe una hipérbola (por ejemplo, referencia:

10 <http://mathworld.wolfram.com/Hyperbola.html>).

Esto se debe contrastar con las disposiciones de la técnica anterior (tal como, por ejemplo, el documento WO 2008/018768) que utilizan el hecho de que para una placa relativamente transparente una relación constante de intensidades para dos sensores produce una relación constante de distancias (" d_1/d_2 es una constante") mientras que con una placa con pérdidas como se ha descrito anteriormente, $d_1 - d_2$ es una constante y d_1/d_2 no es una constante.

Se hace referencia a la figura 6 de los dibujos para resaltar más claramente estas diferencias.

Cabe señalar que, debido a la naturaleza mucho más controlada de la placa con pérdidas, la distribución de las intensidades de la luz está bien controlada, por lo que no se requiere el análisis de regresión (como se utiliza, por ejemplo, en el documento WO 2008/018768) y, tal como se indicó anteriormente, se elige la concentración específica de material reflectante / refractivo / dispersante para controlar la precisión posicional con el ruido.

Un algoritmo adecuado para su utilización en una realización a modo de ejemplo de la invención utiliza intersecciones hiperbólicas de dos pares de sensores para determinar la primera posición aproximada de la pulsación, y esto se procesa adicionalmente para tener en cuenta la sensibilidad angular finita de los sensores, tal como se describe a continuación.

25 **Determinación de la posición de la pulsación por intersección hiperbólica:**

Fundamentos del algoritmo de intersección hiperbólica

Considérense dos sensores opuestos S_1 y S_2 tal como se muestra en la figura 9a de los dibujos.

Para una intensidad característica de la señal exponencial con respecto a la distancia, como es el caso con la parte inferior con pérdidas o con la placa de recepción descrita en la patente, se puede demostrar que

30
$$R_{12} = \frac{I_{S1}}{I_{S2}} = \frac{I_0 e^{-\frac{d_1}{K_L}}}{I_0 e^{-\frac{d_2}{K_L}}}$$

Donde I_0 es la intensidad extrapolada de la luz donde incide sobre la placa, y K_L es una constante que depende de las características de la placa.

Por lo tanto:

$$R_{12} = e^{\frac{(d_2-d_1)}{K_L}}$$

35 Y, por lo tanto:

$d_2-d_1=K_L \ln(R_{12}) \dots\dots\dots \text{ecuación i}$

Se puede mostrar que la ruta de la relación constante R_{12} , es la de una hipérbola que se muestra a continuación en forma polar con referencia a la figura 9b de los dibujos:

$d_1=a \cdot (e^2-1)/(1+e \cdot \cos\Theta)$, y $a=(d_2-d_1)/2$, y $e = d/2a \dots\dots\dots \text{ecuación ii}$

Utilizando los resultados de la ecuación i y la ecuación ii, se obtiene:

$$d_1 = a \cdot (e^2 - 1) / (1 + e \cdot \cos \Theta) \dots \dots \dots \text{ecuación iii}$$

donde $a = K_L \cdot \ln |R_{12}| / 2$, y $e = d / (K_L \cdot \ln |R_{12}|)$

- 5 Cabe señalar claramente que, midiendo R_{12} , la relación de la intensidad de la luz entre dos sensores S_1 y S_2 , y conociendo d (la distancia entre dos sensores), y K_L (una propiedad de la placa), a y e pueden ser calculados completamente para cualquier par de sensores.

Considérense las propiedades conocidas de una hipérbola tal como la mostrada en la figura 10a de los dibujos.

FP = distancia desde el foco a un punto en la hipérbola

PD = distancia desde un punto en la hipérbola a la directriz

- 10 Una propiedad bien conocida de una hipérbola es la de que

$$e = FP / PD \dots \dots \dots \text{ecuación iv}$$

A continuación, considérense tres sensores que forman un ángulo recto S_1 , S_2 y S_3 , y que se muestran esquemáticamente en la figura 10b de los dibujos.

De la ecuación iv se puede ver que:

15 $r_{12} = e_{12} \cdot D_{12}$

Y, de manera similar

$$r_{13} = e_{13} \cdot D_{13}$$

Y puesto que $r_{12} = r_{13}$

$$D_{12} / D_{13} = e_{13} / e_{12} \dots \dots \dots \text{ecuación v}$$

- 20 A continuación, si la pulsación está en la ubicación cartesiana (x_p, y_p) , se sabe, de las propiedades de la hipérbola mostrada anteriormente, que

$$D_{12} = a_{12} e_{12} - \frac{a_{12}}{e_{12}} - y_p$$

y

$$D_{13} = a_{13} e_{13} - \frac{a_{13}}{e_{12}} - x_p$$

- 25 Utilizando esto en la ecuación (v) se obtiene:

$$y_p = \left(\frac{e_{13}}{e_{12}} \right) \cdot x_p + \frac{(a_{12}(e_{12}^2 - 1) - a_{13}(e_{13}^2 - 1))}{e_{12}} \dots \dots \dots \text{ecuación vi}$$

Donde, tal como se mostró anteriormente, e_{12} , e_{13} , a_{12} , a_{13} se pueden determinar a partir de la relación de intensidad de la luz entre pares de sensores.

- 30 Una ecuación similar a la de la ecuación vi se puede obtener utilizando los sensores 2, 3 y 4, y otra línea determinada.

La intersección de estas dos líneas es la ubicación de la inyección de la luz en la placa y, por lo tanto, la ubicación de la pulsación.

La ecuación anterior es válida solo para pares de sensores que están en ángulos rectos entre sí.

Se puede derivar una ecuación más general para los sensores A, B, C, y viene dada por:

35 $y_{PABC} = \frac{e_{AB} \cos \varphi - e_{AC} \cos \theta}{e_{AB} \sin \varphi - e_{AC} \sin \theta} x_p + \frac{a_{AC}(e_{AC}^2 - 1) - a_{AB}(e_{AB}^2 - 1)}{e_{AB} \sin \varphi - e_{AC} \sin \theta} \dots \dots \dots \text{ecuación vii}$

Donde e_{xy} y a_{xy} tienen sus significados habituales con respecto a los sensores x e y , y φ y Θ son los ángulos de las directrices AB y AC respectivamente con respecto a los ejes cartesianos verticales.

La utilización de este enfoque requiere tres sensores independientes para generar una línea, y al menos dos líneas para generar un punto de intersección y, por lo tanto, determinar la ubicación de la pulsación.

- 5 No obstante, debido a la presencia de ruido en el sistema, es ventajoso utilizar múltiples combinaciones de sensores para mejorar la precisión general de la fuente de luz determinada, la pulsación de contacto, la ubicación.

Para un número (n) de sensores determinado, el número de líneas independientes viene dado por L , tal que:

$$L = n! / (n-3)! \cdot 3!$$

- 10 En la práctica, la selección cuidadosa de los sensores que se utilizarán, para cualquier región determinada de la pantalla, puede mejorar la precisión de la ubicación de la pulsación calculada en presencia de ruido.

El enfoque geométrico no es en modo alguno la única solución al problema, y también se ha determinado una solución de manera trigonométrica, que requiere solo tres sensores para determinar una ubicación del contacto; no obstante, esta solución es más compleja desde una perspectiva de cálculo y, por lo tanto, no se presta a una implementación digital simple.

- 15 Cabe señalar que, aunque en esta realización específica, se puede utilizar el algoritmo descrito anteriormente; la invención no tiene por qué estar limitada necesariamente a este respecto, y se pueden considerar múltiples formas de determinar la posición como soluciones a las múltiples ecuaciones simultáneas. Estas pueden ser resueltas de muchas maneras por los expertos en la técnica, tales como, entre otros, resolución de matrices y/o soluciones iterativas.

- 20 Para encontrar una posición precisa para la pulsación, la sensibilidad angular finita de los sensores también debe ser tenida en cuenta, puesto que, en un sistema real, los detectores ópticos tienen una sensibilidad que depende del ángulo de la luz incidente que llega al sensor. La incorporación de este fenómeno es un aspecto novedoso de cómo se utiliza el algoritmo. Se debe reconocer que, a diferencia de la relación de la intensidad con la distancia, para el sensor, la relación de la intensidad con el ángulo está determinada por aspectos que pueden incluir el diseño de cualquier modelización de la luz, las lentes y/o las superficies reflectantes / refractivas utilizadas para guiar la luz desde el borde de la placa hasta el detector óptico.

En la figura 7, se muestra la sensibilidad angular de una realización utilizada en esta invención, pero la presente invención no pretende, en modo alguno, limitarse a ella.

- 30 Por lo tanto, cuando se determina la posición de la pulsación, el algoritmo debe tener en cuenta no solo la intersección hiperbólica de líneas de diferencia constante en la distancia entre pares de sensores, sino también el cambio en la sensibilidad angular que presentan las diferentes soluciones a los diferentes sensores.

El modo en que esto se consigue en la presente realización a modo de ejemplo, se describirá con más detalle, pero tal como se explicó anteriormente, para un experto en la técnica, otros métodos para resolver estas ecuaciones simultáneas, por ejemplo, utilizando matrices, se hará evidente.

- 35 Refinar la posición de la pulsación teniendo en cuenta la sensibilidad angular de los sensores ópticos:

Dependiendo de la forma / naturaleza de los sensores, reflectores y/o óptica, presentarán cierto grado de variación en respuesta al ángulo de luz que incide sobre ellos. Esta variación angular en la intensidad de la luz aún debe ser tenida en cuenta si se va a calcular esta posición correcta del contacto.

- 40 Se reconocerá que este refino en el cálculo de la posición del contacto, teniendo en cuenta la sensibilidad angular de los sensores ópticos, es un complemento del algoritmo descrito anteriormente, que, en una primera aproximación, adopta una sensibilidad angular constante de los sensores.

El enfoque adoptado para una realización, aunque sin estar limitado a ello, es la utilización de un cálculo iterativo basado en el algoritmo descrito anteriormente.

- 45 En el primer caso, el centro de la placa se puede utilizar como una ubicación estimada inicial, o se puede hacer una estimación inicial basada en los niveles relativos de la señal del sensor y sus ubicaciones conocidas.

Utilizando esta ubicación del contacto estimada inicial, los niveles de sensor que utilizará el algoritmo descrito anteriormente pueden ser ajustados individualmente para tener en cuenta la variación en la capacidad de respuesta con el ángulo de la ubicación del contacto estimada con respecto a la normal para cada sensor.

- 50 Por lo tanto, la selección del sensor y los niveles de intensidad ajustados para cada sensor son utilizados por el algoritmo descrito anteriormente y el algoritmo se ejecuta por primera vez.

El algoritmo, tal como se describió anteriormente, devolverá una ubicación promedio del contacto, basada en el punto de intercepción promedio de información de varios sensores priorizados, que en esta realización a modo de ejemplo pueden ser 5 sensores, aunque no se está limitado a esto.

5 Esta nueva ubicación del contacto estimada estará más cerca de la ubicación real del contacto que la estimación original.

Esta nueva ubicación estimada se utiliza de nuevo para tener en cuenta la sensibilidad angular de cada sensor y ajustar los valores de intensidad utilizados para cada sensor en el algoritmo descrito anteriormente.

El algoritmo descrito anteriormente se ejecuta por segunda vez, y se obtiene una ubicación del contacto refinada.

10 El enfoque iterativo se puede repetir hasta que la posición del contacto calculada se acerque más a la posición real, siendo cada vez el error más pequeño.

Con el fin de establecer si la ubicación de una pulsación ha sido determinada con un nivel aceptable de precisión, al final de cada ejecución del algoritmo se realiza una prueba simple, que consiste en determinar la variación promedio en la distancia de cada uno de los puntos de intersección obtenidos para cada par de líneas independientes utilizadas en el algoritmo descrito anteriormente.

15 Por lo tanto, estableciendo un nivel umbral adecuado para el nivel requerido de precisión de la ubicación de la pulsación, es posible encontrar cuándo el algoritmo ha determinado la ubicación exacta de la pulsación con la precisión requerida.

20 De este modo, de acuerdo con los aspectos de la presente invención, se proporciona una disposición de pantalla sensible al tacto que comprende una pantalla que incluye una placa base óptica con pérdidas, que es relativamente transparente en la dirección vertical, pero con pérdidas en la dirección lateral, y que está configurada para dispersar y, de este modo, disipar y dispersar la luz incidente en una superficie de la misma, comprendiendo además la disposición un medio para transmitir luz sobre dicha placa en respuesta a un cuerpo externo que toca dicha pantalla en un punto de contacto, siendo representativa la posición de dicha placa base en la que incide dicha luz, de la posición relativa de dicho punto de contacto, medios de fotodetección situados en un borde de dicha placa base para
25 detectar la luz dispersada por la misma, y un medio de procesamiento, para calcular la posición relativa de dicho punto de contacto a partir de dicha luz detectada y generar una señal de control representativa de una entrada de control obtenida a partir de dicha posición de dicho punto de contacto.

30 Una funcionalidad táctil múltiple, se puede conseguir solo mediante el cálculo de ubicaciones del contacto simultáneas, o utilizando una combinación de determinación de ubicación única y una secuencia de toques. Por ejemplo, la funcionalidad multitáctil se puede proporcionar detectando los cambios en los niveles de luz asociados con múltiples toques únicos separados en el tiempo, pero que están asociados con una sola acción: se identifica y detecta un primer toque y, mientras ese toque permanece en su lugar, se añade un segundo toque, que cambia aún más los niveles de luz y, por lo tanto, se puede detectar. Si el primer toque permanece constante, se pueden realizar cambios causados por el movimiento del segundo toque. Un controlador del dispositivo (no mostrado) podrá
35 interpretar los datos resultantes como una entrada táctil, tal como pulsar una tecla o una acción de desplazamiento.

En una realización preferida, se utilizan una pluralidad de fotodiodos para detectar luz incidente sobre la placa inferior, y que es dispersada por la misma.

40 Por lo tanto, la presente invención da a conocer un medio para producir una pantalla sensible al tacto fiable y de coste relativamente bajo, que puede ser adaptada a aplicaciones de pantalla táctil o multitáctil, según sea necesario, y que también es relativamente fácil de adaptar a formas o moldes curvadas, flexibles o complejos, según sea necesario. La utilización de fuentes de luz visible modulada, infrarroja modulada o infrarroja no modulada hace que la técnica descrita sea robusta y flexible en una variedad de condiciones de iluminación. Si se va a utilizar luz visible, será necesario modular la luz para distinguirla de la luz ambiental. No obstante, si se utilizan fuentes de infrarrojos, estas pueden ser moduladas o desmoduladas según sea necesario. No obstante, se reconoció que la iluminación
45 ambiental observada como una señal incidental en este proceso de detección, y de este modo, esta característica puede ser una característica útil en el sistema, por ejemplo, para aumentar o disminuir la iluminación de fondo de la pantalla de visualización.

Además, modulando de manera única cada fuente de luz, o grupos de fuentes de luz, en frecuencia, fase o código, se puede conseguir un sistema de detección mejorado. Por ejemplo, para resolver la ubicación de una pulsación, es
50 posible determinar a qué fuente de luz estaba más cercana la pulsación, si una fuente de luz está modulada a una frecuencia con un cambio de fase de 0 grados y la otra está relativamente desfasada, por ejemplo, 90 grados. También son posibles otros esquemas de modulación, con el fin de conseguir diversas mejoras adicionales, como será evidente para un experto en la técnica.

55 Una característica adicional del sistema descrito es su capacidad para autocalibrar la alineación entre la pantalla de visualización y la detección táctil, mediante la utilización de una serie de zonas brillantes en la pantalla, en ubicaciones conocidas, y a continuación, correlacionarlas con las ubicaciones de las zonas brillantes detectadas por

los fotodetectores. Para este propósito, se pueden utilizar “puntos” de luz modulados de baja frecuencia, o incluso se puede utilizar luz de CC en la oscuridad (para que la luz ambiental no interfiera con el proceso de calibración).

Una característica adicional de este sistema es el modo en que se compensa el deterioro de la pantalla superior debido a arañazos, suciedad o grasa.

- 5 Puesto que la pantalla superior está sometida al ambiente, puede ser rayada o recoger suciedad o grasa, lo que inyectará algo de luz en la placa inferior. Esto, en sí mismo, no es un problema para el enfoque de detección táctil previsto, que utiliza cambios en la intensidad de la luz para determinar un toque. No obstante, una cantidad creciente de arañazos y/o suciedad y grasa en la pantalla superior aumenta la intensidad de la luz de fondo que se ve en la placa inferior durante un período prolongado y, por lo tanto, reduce el rango dinámico disponible para la ruta de procesamiento de la señal electrónica asociada con cada canal de fotodiodo.

- 10 Una solución novedosa para resolver este problema es inyectar en la o las rutas de señal electrónica en un punto adecuado una o varias señales de compensación sustancialmente en contrafase de la señal que activa las luces (permitiendo adecuadamente cualquier cambio de fase adicional en la ruta de procesamiento de la señal). La amplitud de esta o estas señales de compensación puede ser controlada automáticamente durante un período de tiempo prolongado, lo que permite algún deterioro gradual de la pantalla superior. Un ejemplo de esta implementación se ilustra esquemáticamente en la figura 11 de los dibujos.

- 20 Con referencia a la figura 2 de los dibujos, una disposición de pantalla sensible al tacto de acuerdo con una segunda realización a modo de ejemplo de la presente invención comprende una placa inferior 30 ópticamente dispersiva y con pérdidas y uno o más fotodetectores 32 situados en sus respectivos bordes. La placa inferior 30 tiene una propiedad dispersiva que hace que la luz que incide sobre ella desde arriba se disperse hacia sus bordes, de tal manera que forma una placa predominantemente con pérdidas. Una vez más, dicha propiedad dispersiva se puede conseguir de varias maneras diferentes, como resultará evidente para un experto en la técnica. Por ejemplo, la placa 30 puede tener incrustadas en la misma partículas o moléculas 18a microscópicas ópticamente refractivas y/o reflectantes. Dichas moléculas harán que la luz incidente sobre las mismas sea refractada y/o reflejada y, en consecuencia, dispersada en el interior de la placa inferior 30, y que una parte se pierda a través de las superficies superior e inferior, causando de este modo dispersión / pérdida y propagación de la luz a través de la placa 30 hacia los bordes, de tal manera que puede ser detectada por el fotodetector 32.

- 30 Se da a conocer un lápiz óptico 34, que incluye una fuente de luz 36a en la “punta” 36 del mismo o en su interior. Cuando la punta 36 del lápiz óptico que incluye la fuente de luz 36a, toca la placa 30 o es dirigida hacia la misma, la luz de la fuente de luz 36a se transmite o se acopla a la placa 30, y sus propiedades dispersivas hacen que la luz incidente sobre la misma se disperse a través de la placa 30 hacia los bordes, de tal manera que al menos parte de dicha luz es detectada por el fotodetector 32. Se apreciará que la ubicación en la placa 30 en la que toca el lápiz óptico determinará la distancia de la luz incidente desde los bordes de la placa 30 (es decir, la distancia sobre la que se debe dispersar la luz para alcanzar el borde del fotodetector). Como resultado, la cantidad de luz detectada por el fotodetector 32 dependerá completamente de la ubicación en la que se toque la placa 30 y de la intensidad de la luz emitida por el lápiz óptico.

- 40 Se apreciará que la propiedad dispersante / dispersiva de la placa inferior aumenta la cantidad de luz capturada por la placa y también la manera en que es dispersada y atenuada en la dirección lateral. Por lo tanto, esta propiedad puede ser utilizada para controlar el comportamiento de la atenuación de la luz capturada con una distancia desde el toque de origen, de modo que la ubicación del punto de contacto pueda ser calculada de manera única, y la precisión de la posición del contacto pueda ser controlada. Asimismo, es posible controlar el perfil de la luz capturada atenuada con la distancia, controlando el perfil de la concentración del material dispersante / dispersivo incrustado en la placa inferior 30.

- 45 En cualquier caso, una vez más, está dispuesto un medio de procesamiento (no mostrado) para recibir datos del fotodetector, representativos de la cantidad e intensidad de luz detectada por el mismo y, por lo tanto, calcula la ubicación del punto de contacto en la placa superior 10 y la naturaleza del contacto. Por lo tanto, mediante la comparación de la intensidad relativa y el conocimiento de las propiedades dispersivas y atenuantes de la placa inferior 18, es posible calcular la posición y la naturaleza de un toque o incluso de varios toques, tal como se describió anteriormente. Por lo tanto, un controlador de dispositivo (no mostrado) podrá interpretar los datos resultantes como una entrada táctil, tal como pulsar una tecla o una acción de desplazamiento.

En una realización preferida, una pluralidad de fotodiodos pueden ser utilizados una vez más para detectar la luz incidente sobre la placa inferior, y que es dispersada y atenuada por la misma.

- 55 Con referencia de nuevo a la figura 2 de los dibujos, la disposición puede comprender, opcionalmente, una fuente de luz 38 adicional que puede ser modulada para representar datos. En este caso, el lápiz óptico 34 puede incluir, además, un fotodetector 40 para capturar señales de luz moduladas de dicha fuente de luz 38, para permitir la comunicación bidireccional entre el lápiz óptico y el dispositivo informático principal. En este caso, una placa superior ópticamente transparente (no mostrada) puede estar dispuesta por encima de la placa inferior 30, con un espacio de aire entre ellas, tal como en la realización descrita con referencia a la figura 1 de los dibujos. En este caso, el ángulo

de incidencia de la luz de la fuente de luz 38 se configura preferiblemente para provocar una reflexión interna total de la luz en la placa superior, tal como en las realizaciones descritas anteriormente.

5 Resultará evidente que se pueden utilizar múltiples lápices ópticos, con o sin identificación única (es decir, modulación de sus respectivas fuentes de luz), y con o sin relaciones geométricas entre ellos. Además, un lápiz óptico puede tener más de una fuente de luz, configurada geométricamente, de modo que se pueda detectar la orientación del lápiz óptico. Un lápiz óptico en esta realización puede ser cualquier configuración de fuente de luz y fotodetector. No es necesario que tenga la forma de un lápiz convencional, sino que puede comprender cualquier forma adecuada, o puede estar incorporado en otro objeto o dispositivo, e incluso puede comprender otra pantalla.

10 En referencia a la figura 3 de los dibujos, una disposición de pantalla táctil de acuerdo con una tercera realización a modo de ejemplo de la presente invención comprende una placa de fondo 40 ópticamente transparente y un fotodetector o fotodetectores 42 situados en un borde o bordes respectivos de la misma. Una o más fuentes de luz 50 están dispuestas externamente a la pantalla, y están inclinadas de tal manera que un objeto, tal como una mano, que pasa por encima de la zona táctil de la pantalla, refleja la luz hacia abajo sobre la placa inferior 40. De esta manera, gestos tales como un movimiento de la mano (por ejemplo, para indicar una orden) pueden ser reconocidos. Esta configuración es particularmente adecuada para la detección de grandes acciones de "barrido", 15 tales como las que podrían ser representativas de pasar las páginas de un libro o similares. No obstante, se apreciará que la disposición mostrada en la figura 3 se puede mejorar aún más disponiendo una placa superior, tal como la dispuesta en las realizaciones descritas con referencia a la figura 1, para brindar una capacidad mejorada de detectar un toque con un dedo o un lápiz óptico, así como de reconocer otros gestos.

20

REIVINDICACIONES

1. Una disposición de pantalla sensible al tacto, que comprende una pantalla que incluye una placa base (18) ópticamente dispersiva, y medios para transmitir luz sobre dicha placa base (18) y en el interior de la misma en respuesta a que un cuerpo externo toca dicha pantalla en un punto de contacto, de tal manera que la ubicación de la luz incidente sobre la superficie de dicha placa base es representativa de una posición relativa de dicho punto de contacto (22) en dicha pantalla, en donde dicha placa base (18) está configurada para capturar y transmitir en el interior de la placa base (18) la luz que incide sobre ella, y para dispersar dicha luz transmitida mediante propagación y pérdida de energía, siendo una característica ópticamente dispersiva de dicha placa base (18) tal que una disminución en la intensidad de dicha luz transmitida con la distancia desde dicha ubicación de incidencia en dicha superficie de la placa base, se aproxima a una función exponencial, comprendiendo, además, la disposición, al menos un sensor (20) para detectar una intensidad de luz transmitida desde la placa base (18) en un borde respectivo de dicha placa base, y un medio de procesamiento para calcular la posición relativa de dicho punto de contacto en dicha pantalla a partir de dicha intensidad de luz detectada y de dicha función exponencial, y generar una señal de control representativa de una entrada de control obtenida a partir de dicha posición relativa de dicho punto de contacto.
2. Una disposición de pantalla sensible al tacto de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende al menos dos sensores para detectar una intensidad de luz en los bordes respectivos de dicha placa base, y la característica ópticamente dispersiva de dicha placa base es tal que una relación de intensidad de luz detectada por dichos sensores se aproxima a una función exponencial que incluye un elemento representativo de la diferencia entre las respectivas distancias de dichos sensores desde dicha ubicación de luz incidente en dicha superficie de placa base.
3. Una disposición de pantalla sensible al tacto de acuerdo con la reivindicación 2, en la que dicha característica ópticamente dispersiva de dicha placa base es tal que dicha relación de intensidad de luz está definida por una diferencia sustancialmente constante en las distancias respectivas de dichos sensores desde dicha ubicación de luz incidente en la superficie de dicha placa base, independientemente de la posición relativa de dicho punto de contacto.
4. Una disposición de pantalla sensible al tacto de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que dicha placa base comprende un sustrato ópticamente transparente dopado con partículas o moléculas ópticamente refractivas y/o reflectantes.
5. Una disposición de pantalla sensible al tacto de acuerdo con la reivindicación 4, en la que un gradiente de dicha función exponencial depende del nivel de dopado de dicha placa base con dichas partículas o moléculas ópticamente refractivas y/o reflectantes.
6. Una disposición de pantalla sensible al tacto de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que dicho medio de procesamiento está configurado para ajustar dicho cálculo de la posición relativa para tener en cuenta la sensibilidad angular de dicho al menos un sensor.
7. Una disposición de pantalla sensible al tacto de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que dicha pantalla comprende, además, una placa superior ópticamente transparente, separada de dicha placa base con una sustancia entre ellas, y la disposición comprende, además, una fuente de luz configurada para iluminar dicha placa superior con luz de iluminación, de tal manera que dicha luz de iluminación se refleja sustancialmente en su totalidad internamente en el interior de dicha placa superior cuando ningún cuerpo externo está tocando dicha pantalla.
8. Una disposición de pantalla sensible al tacto de acuerdo con la reivindicación 7, en la que el índice de refracción de la sustancia entre la placa superior y la placa base es menor que el índice de refracción de la placa superior ópticamente transparente.
9. Una disposición de pantalla sensible al tacto de acuerdo con la reivindicación 8, en la que dicha sustancia entre dicha placa superior y dicha placa base es aire.
10. Una disposición de pantalla sensible al tacto de acuerdo con la reivindicación 8 o 9, en la que dicha fuente de luz está situada en un borde de dicha placa superior y configurada para iluminar dicha placa superior con un rayo de luz con un ángulo de incidencia predeterminado, en donde dicho ángulo de incidencia y los índices de refracción de dicha placa superior y de la sustancia entre dicha placa superior y dicha placa base son tales que dicha luz de iluminación se refleja totalmente internamente en el interior de dicha placa superior cuando ningún cuerpo externo toca la pantalla.
11. Una disposición de pantalla sensible al tacto de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, que comprende un lápiz óptico que incluye una fuente de luz en un extremo del mismo, y configurado para transmitir luz desde dicha fuente de luz a dicha placa base en un punto de contacto en dicha pantalla.

12. Una disposición de pantalla sensible al tacto de acuerdo con la reivindicación 11, en la que dicha pantalla incluye, además, una placa superior ópticamente transparente, separada de dicha placa base con una sustancia entre ellas, y la disposición comprende, además, una fuente de luz configurada para iluminar dicha placa superior con una señal óptica modulada.
- 5 13. Una disposición de pantalla sensible al tacto de acuerdo con la reivindicación 12, en la que dicho lápiz óptico incluye un fotodetector para detectar dicha señal óptica modulada, permitiendo de este modo la comunicación bidireccional entre dicho lápiz óptico y dicha pantalla.
14. Una disposición de pantalla sensible al tacto de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que dicho medio de procesamiento está configurado para calcular dicha posición relativa de dicho punto de contacto por medio de un algoritmo de intersección hiperbólica.
- 10 15. Una disposición de pantalla sensible al tacto de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 7 a 10, en la que dicho medio de procesamiento está configurado para compensar la pérdida de rango dinámico en una ruta de señales de dicha intensidad de luz detectada, debido al deterioro de dicha pantalla superior.

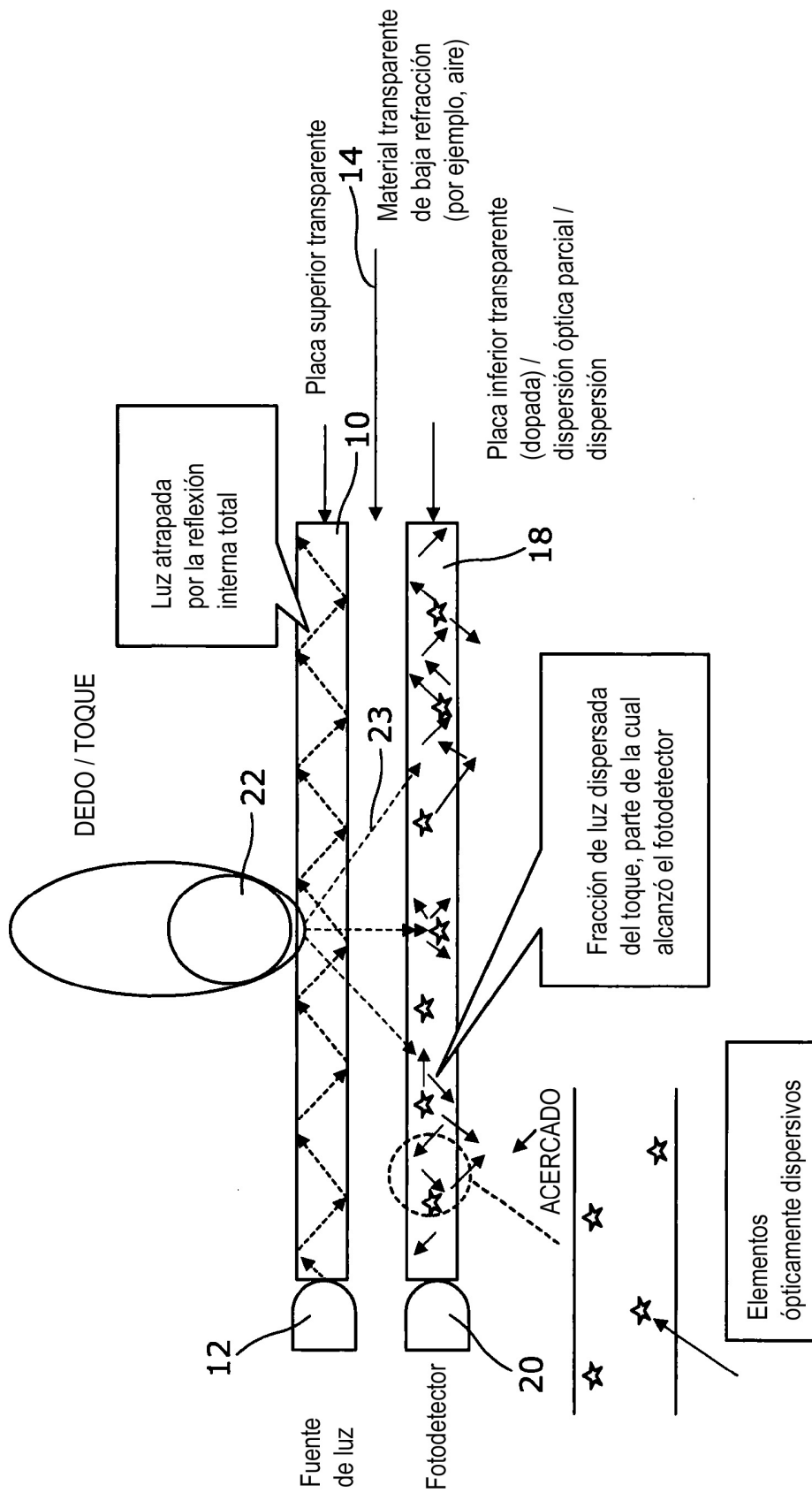


Fig. 1

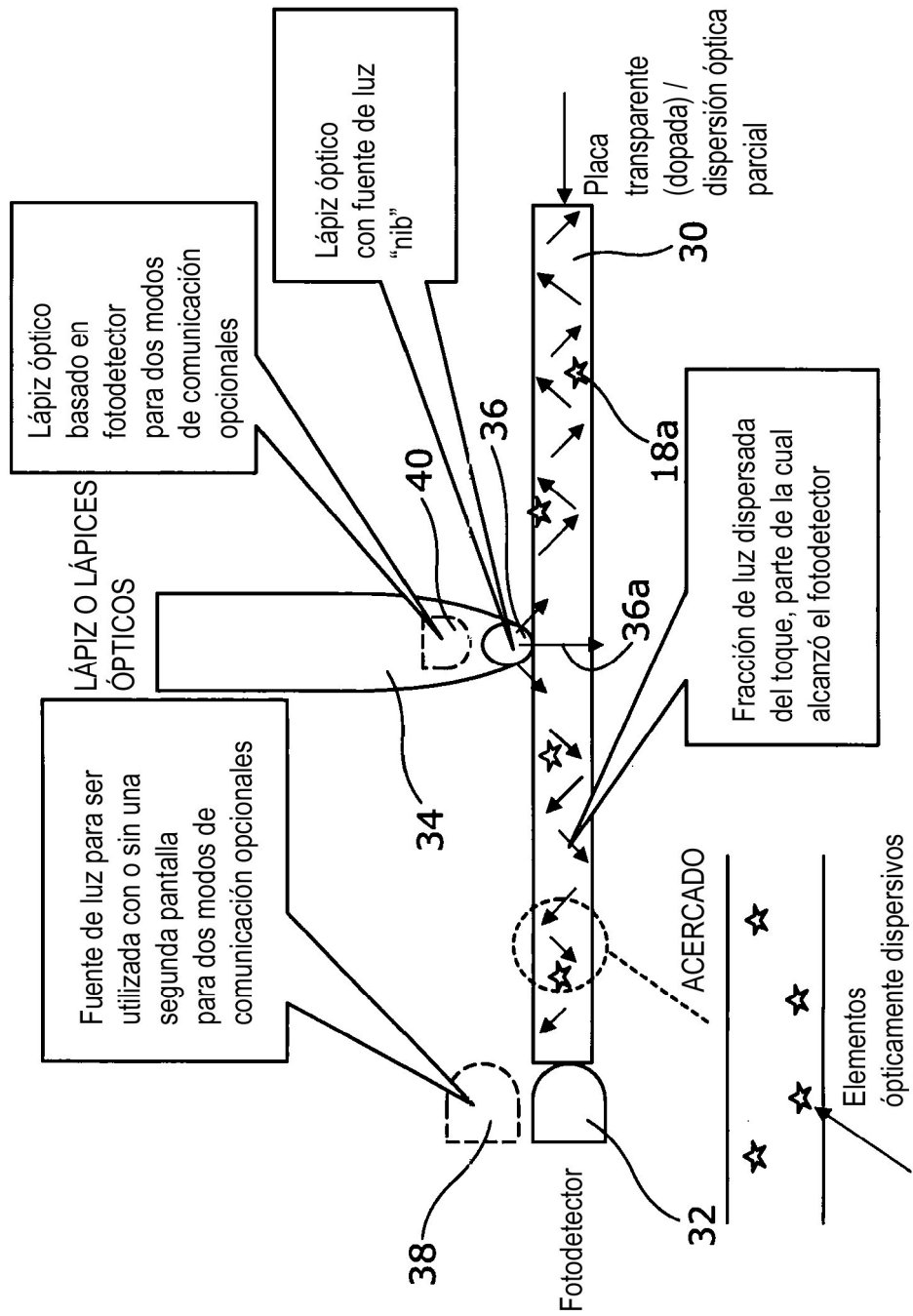


Fig. 2

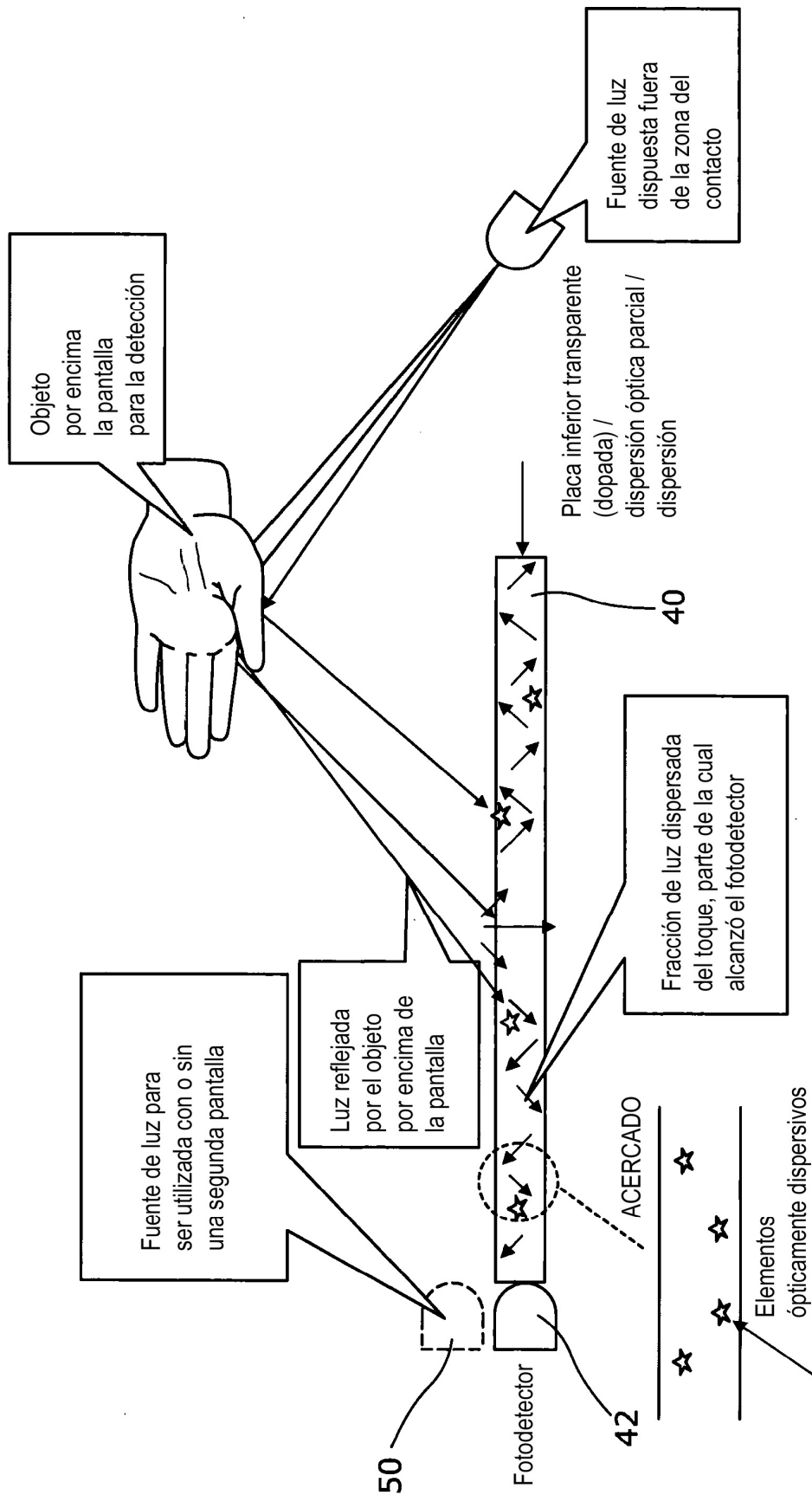
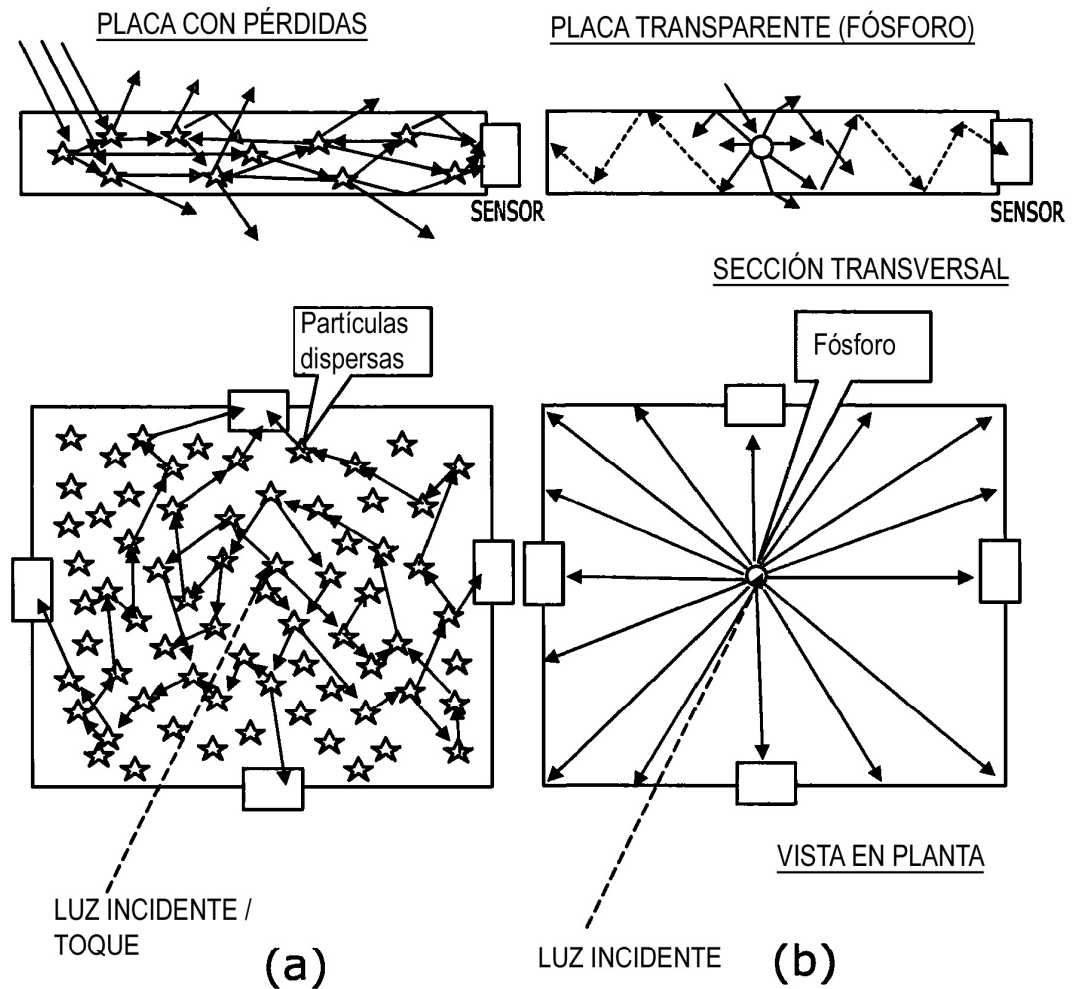


Fig. 3



Propagación de la luz en una placa con dispersiones, en comparación con una placa relativamente transparente

Fig. 4

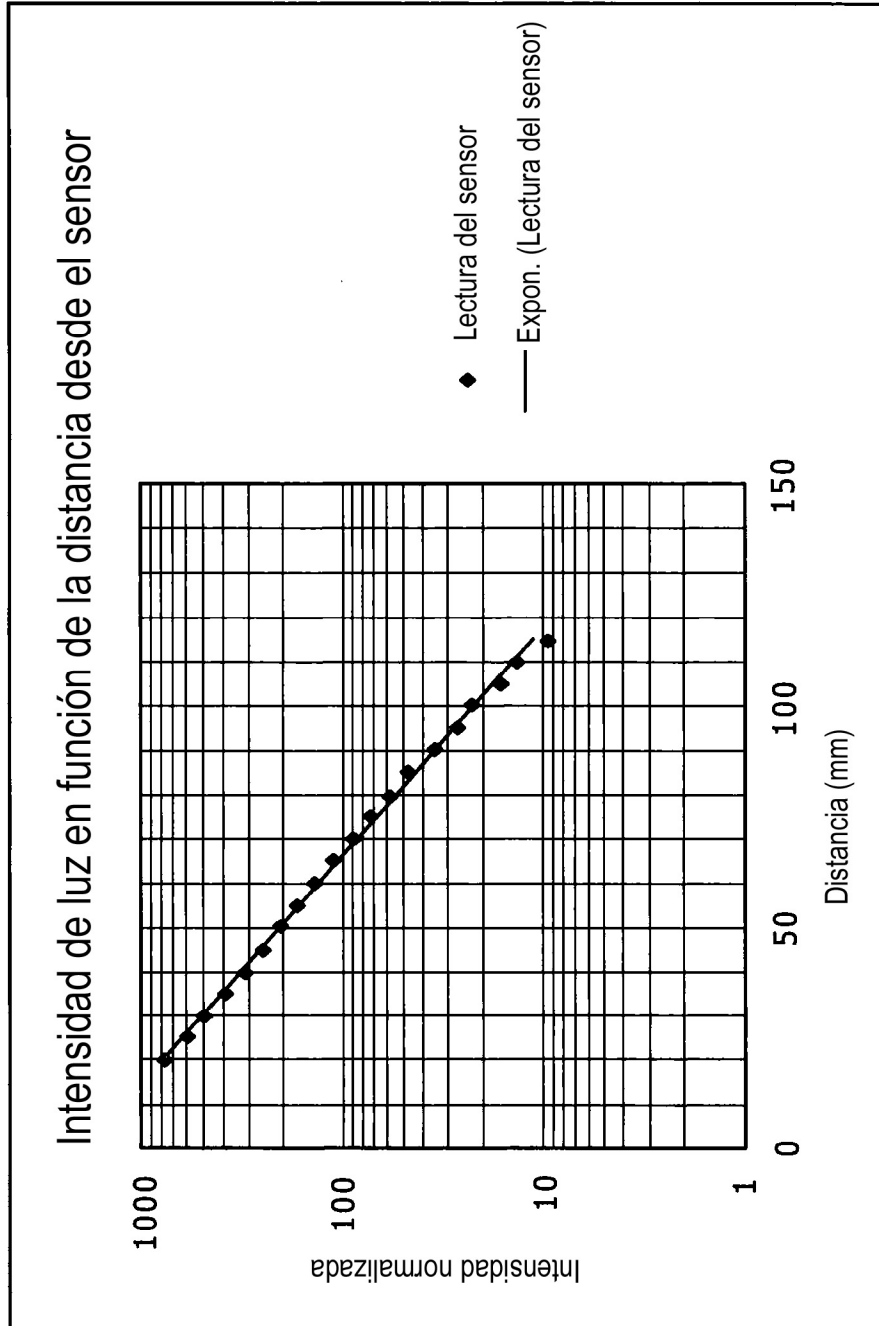
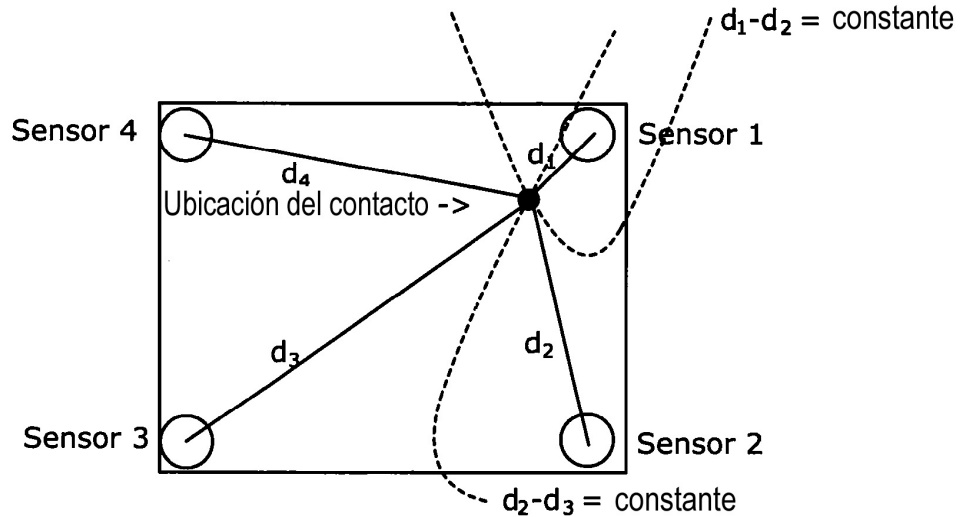
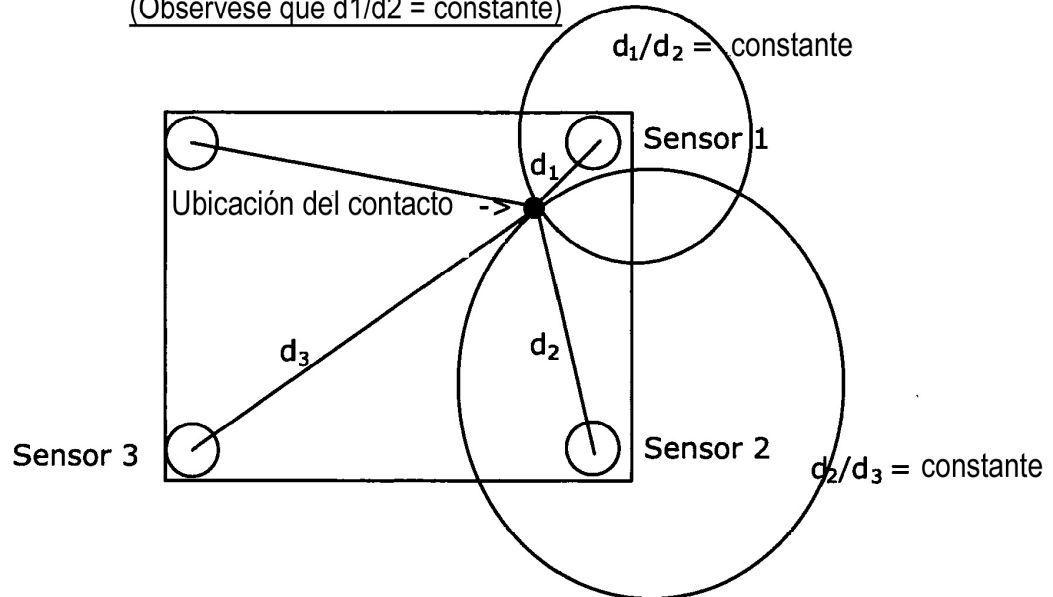


Fig. 5

a) Ubicación de la pulsación inicial para la placa “con pérdidas” propuesta
(Obsérvese que $d_1/d_2 = \text{constante}$)

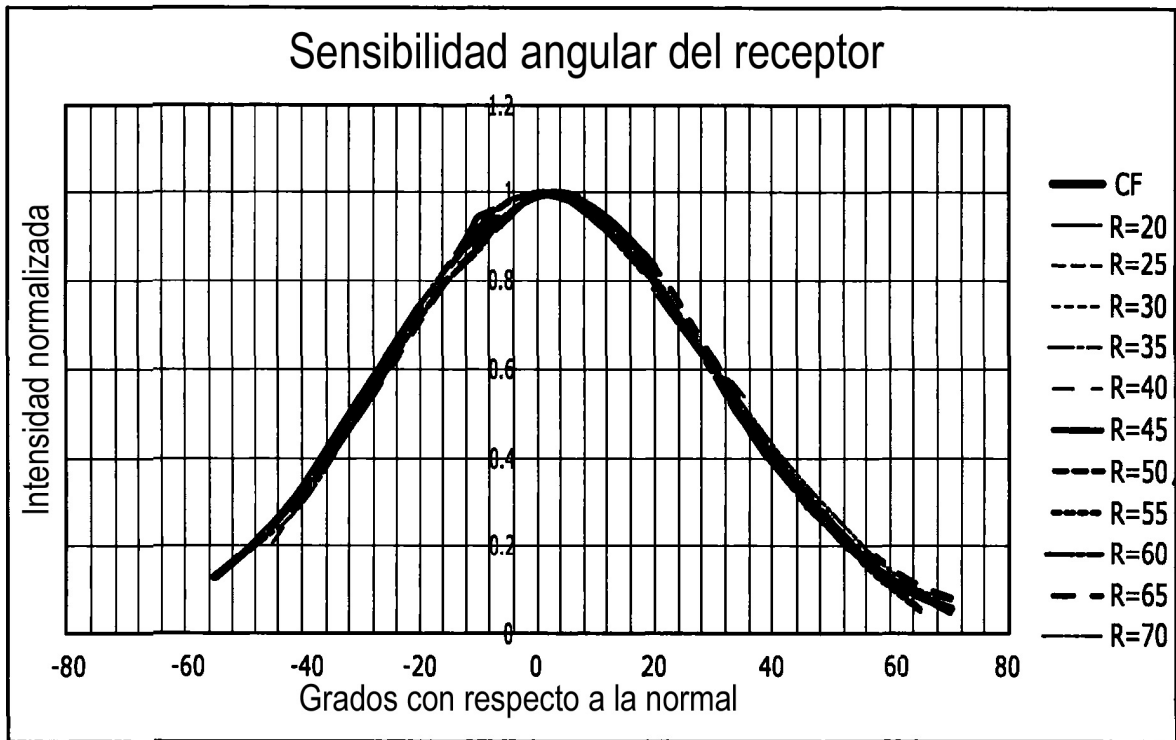


b) Ubicación de la pulsación de la técnica anterior para una placa transparente
(por ejemplo, de acuerdo con el documento WO 2008/01878)
(Obsérvese que $d_1/d_2 = \text{constante}$)



Comparación del algoritmo para la detección de una pulsación inicial de una placa con pérdidas
 con la técnica anterior para una placa transparente

Fig. 6



Una realización que muestra la sensibilidad angular del detector óptico con distancia radial

Fig. 7

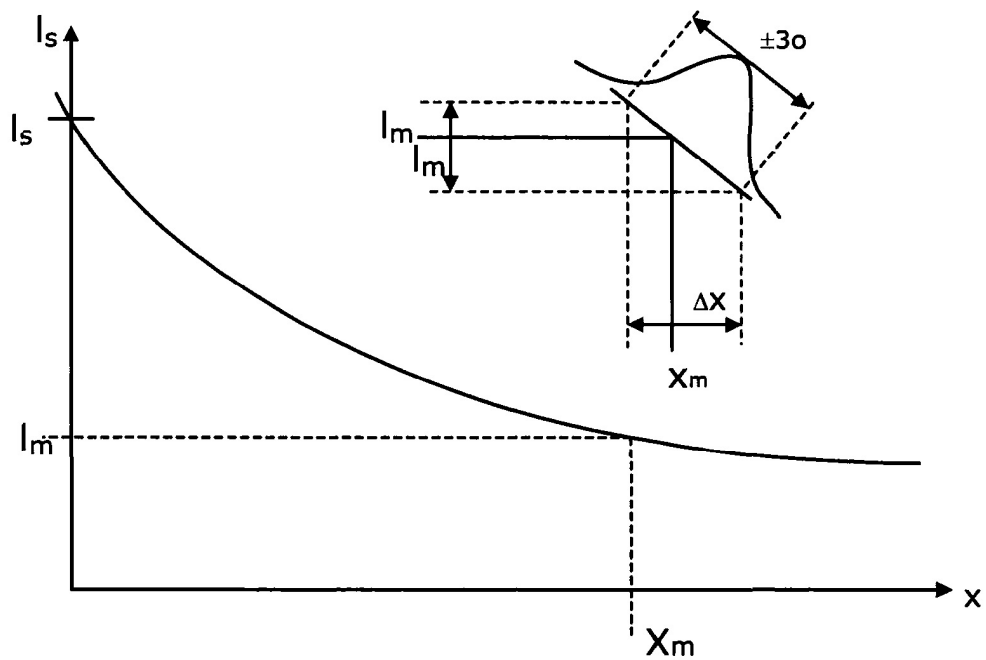


Fig. 8

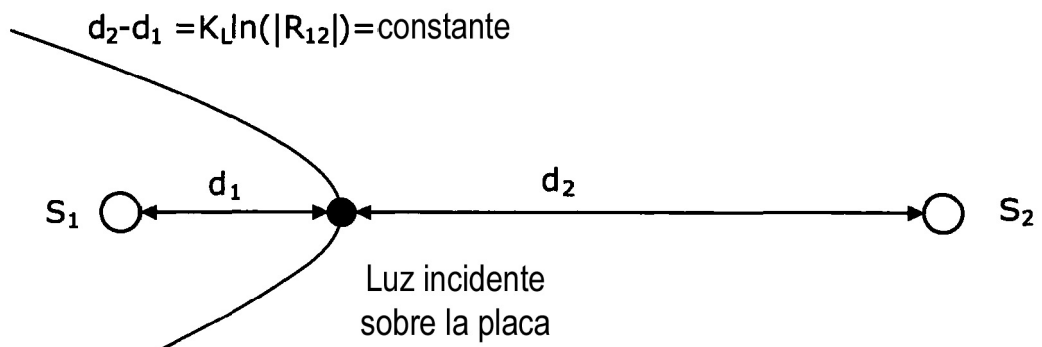


Fig. 9a

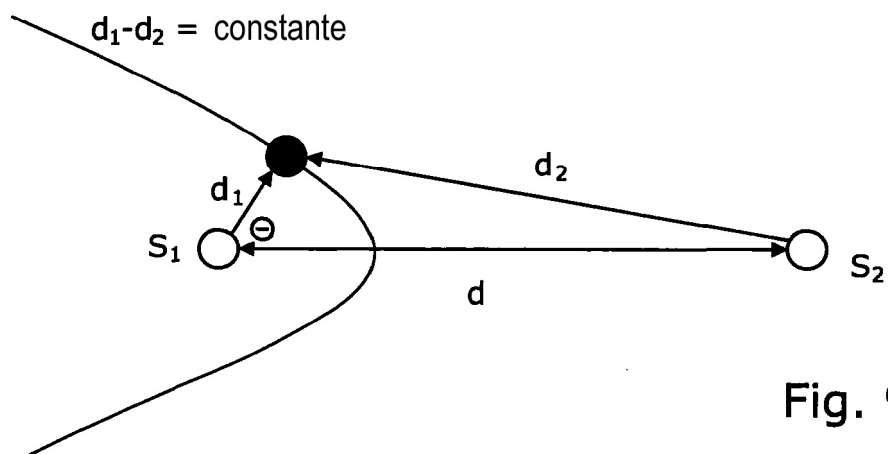


Fig. 9b

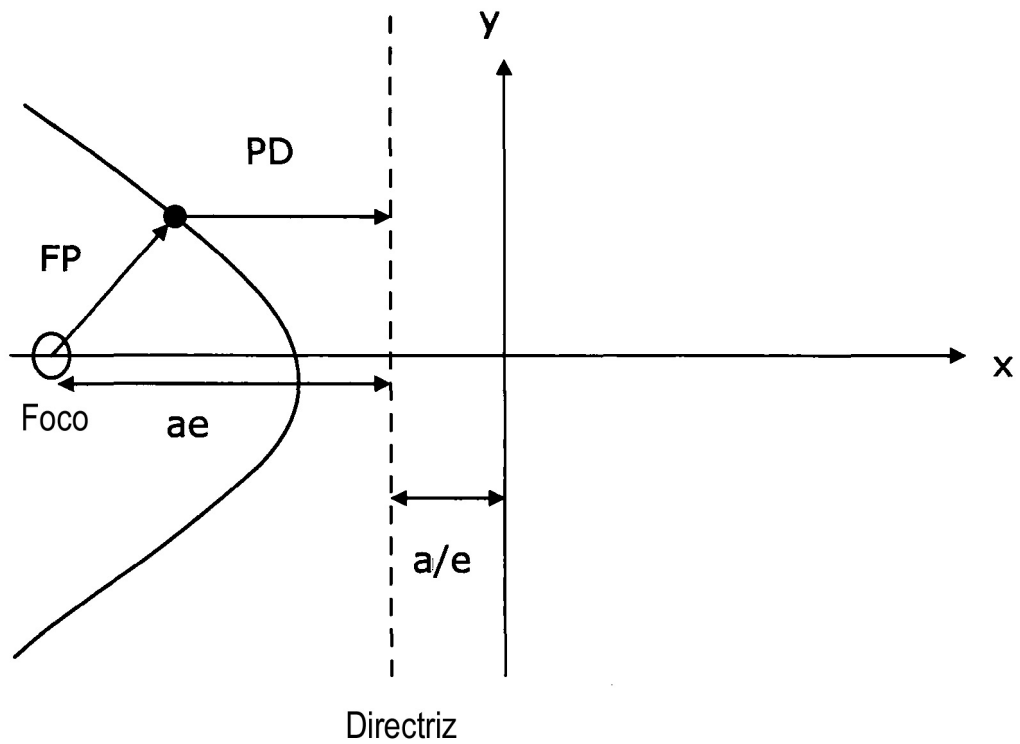


Fig. 10a

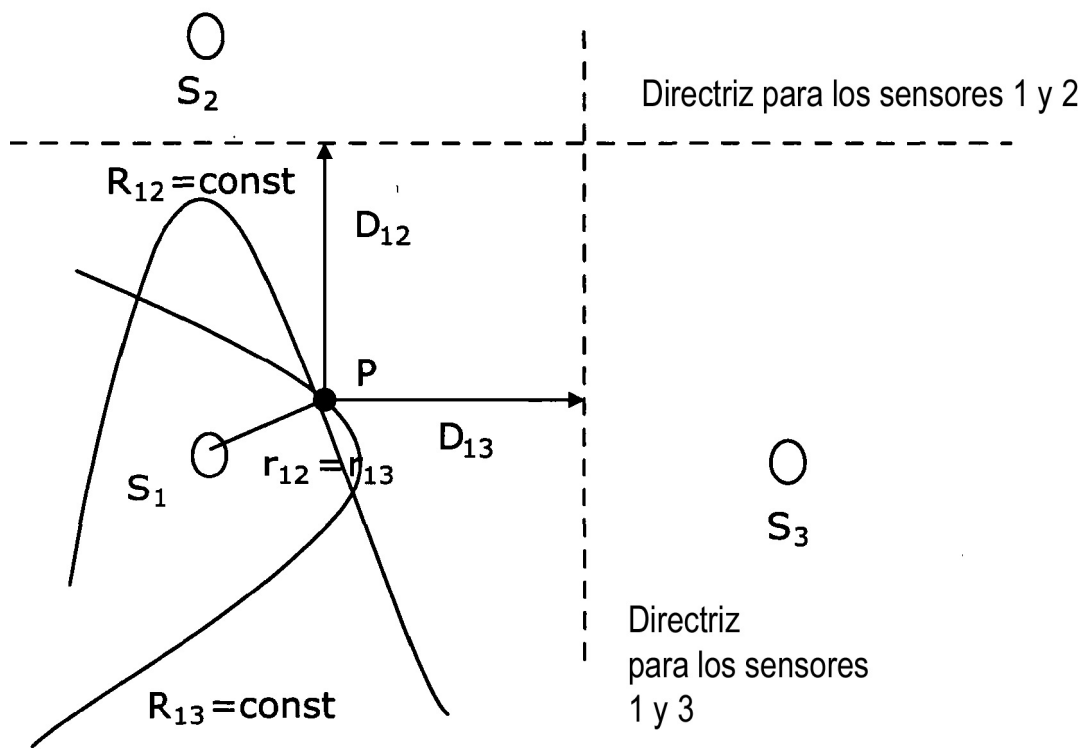


Fig. 10b

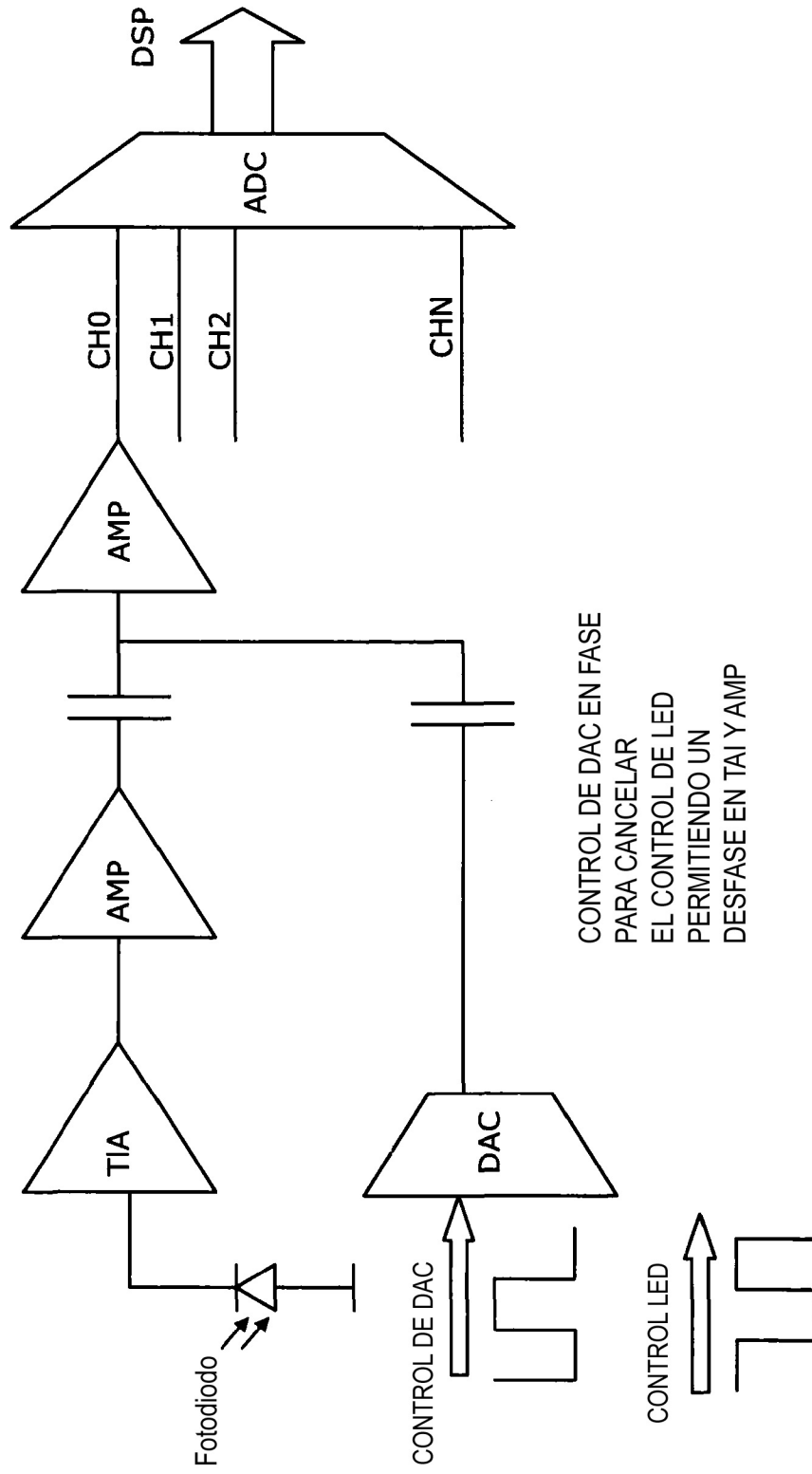


Fig. 11