



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



(11) Número de publicación: **2 367 143**

(51) Int. Cl.:

**G01S 17/08** (2006.01)

(12)

### TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

(96) Número de solicitud europea: **06776514 .9**

(96) Fecha de presentación : **29.07.2006**

(97) Número de publicación de la solicitud: **1913420**

(97) Fecha de publicación de la solicitud: **23.04.2008**

(54) Título: **Procedimiento para la medición del tiempo de propagación de la luz.**

(30) Prioridad: **29.07.2005 DE 10 2005 036 354**  
**27.09.2005 DE 10 2005 045 993**

(73) Titular/es: **Gerd Reime**  
**Klotzbergstrasse 60 I**  
**77815 Bühl, DE**

(45) Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**28.10.2011**

(72) Inventor/es: **Reime, Gerd**

(45) Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**28.10.2011**

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

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

## DESCRIPCIÓN

Procedimiento para la medición del tiempo de propagación de la luz

La invención se refiere a un procedimiento y un dispositivo para la medición del tiempo de propagación de la luz, en particular para cámaras, según el preámbulo de la reivindicación 1 y 6.

- 5 En muchos sectores de aplicación se debe determinar la distancia de un objeto de referencia respecto a otros objetos. Un sector de utilización semejante lo constituyen ante todo los sistemas de cámaras, por ejemplo, también en el sector automovilístico o en el sector de la robótica.

En este caso según el estado de la técnica se produce la problemática siguiente: si se aplica una tensión pulsada a un diodo luminiscente, así éste luce con el ritmo de esta tensión aplicada. Un objeto reflectante puede reflejar la potencia luminosa radiada a un fotodiodo, preferentemente cerca del LED que emite. La señal devuelta depende en su magnitud de la potencia de envío del LED, el grado de reflexión del objeto y la distancia del objeto al LED que emite. Con una distancia de un objeto reflectante, por ejemplo, una mano, de por ejemplo un metro, de la utilización de un LED habitual en el mercado con, por ejemplo, corriente pulsante de 100 mA, un ángulo de apertura de, por ejemplo, 15° y un fotodiodo de bajo coste habitual en el mercado, por ejemplo, BPW 34 de Osram, se produce una corriente fotoeléctrica provocada por la reflexión en la mano de, por ejemplo, algunos  $\mu$ A en el fotodiodo. Esta corriente fotoeléctrica se modifica naturalmente con la distancia del objeto reflectante, de forma que en el caso de distancias mayores de unos metros asciende posiblemente a sólo algunos pA en el fotodiodo. Para medir la distancia del objeto reflectante, se presta una medición del tiempo de propagación entre señal enviada y recibida, no obstante, en el caso de las corrientes de recepción muy pequeñas, arriba mencionadas en el fotodiodo es muy difícil determinar el momento exacto de llegada.

Se une de forma agravante que la señal que llega al fotodiodo o el amplificador conectado no genera la pendiente de flanco con la que se ha enviado. El fotodiodo actúa como filtro pasabajos, en particular si se selecciona grande (gran superficie de recepción) para el aumento de la sensibilidad. El tiempo de propagación de la luz se sitúa con aproximadamente una distancia de 15 cm en aproximadamente 1 ns. Debido al comportamiento de filtro pasabajos del fotodiodo arriba mencionado y preamplificador, el tiempo de subida de la señal de recepción puede ser de todas formas 10  $\mu$ s. También el LED que emite tiene un tiempo de subida evidente, no obstante, se sitúa en órdenes de magnitud por debajo del comportamiento del filtro pasabajos de fotodiodos de bajo coste. Se sitúa habitualmente en el rango de 5 a 10 ns y no se tiene en cuenta en la descripción posterior.

La detección del momento exacto de llegada de la señal de reflexión depara por consiguiente dificultades considerables, y muchos registros de patentes se dedican asimismo a la mejora de la detección del momento exacto de llegada de la señal de reflexión.

En general se conoce que mayores distancias de reflexión se pueden determinar más fácilmente de este modo, por ejemplo, unos 10 a 100 m. Además, una medición a partir de aproximadamente 3 m hasta 250 m es más sencilla que una medición en el campo cercano de 0 a 3m, en el que se debe medir con una exactitud de ns, lo que hace necesario de nuevo fotodiodos y amplificadores en el rango de GHz. Se añade de forma agravante todavía la luz extraña, temperatura y el grado de reflexión correspondiente del objeto a medir. Estos parámetros afectan en general fuertemente en la medición de la distancia. Pero en este caso se utilizan en la práctica frecuentemente potencias de envío considerables (por ejemplo, láser, pulsado 10W). Si se determinase exactamente el instante de la señal de recepción aparecería otro efecto indeseado. La luz extraña adicional en el fotodiodo cambia algo la amplitud y el tiempo de subida de la señal de recepción, de forma que también la medición de la distancia puede ser influenciada por la luz extraña.

Una posibilidad para la medición de la distancia es la medición del tiempo de propagación de la luz entre un emisor que emite radiación luminosa, un objeto que refleja esta radiación luminosa y un receptor. Debido a la elevada velocidad de la luz y la exactitud deseada de la medición se trabaja hoy en día con amplificadores extremadamente rápidos y en cuestión fotodiodos seleccionados pequeños que se pueden hacer funcionar con una elevada frecuencia de, por ejemplo, 100 MHz.

Del documento DE 100 22 054 A1 se conoce un sensor óptico de distancia, en el que se recurre al desplazamiento de fases entre rayos luminosos de envío y de recepción para la medición de la distancia. Para ello la señal de recepción con una amplitud mínima junto con la tensión de un oscilador se suministra a un rectificador de corriente sincrónico. Así una señal que procede de la trayectoria luminosa se suministra con una señal transmitida puramente eléctricamente a las entradas del rectificador de corriente sincrónico. La señal de salida dispuesta en la salida del rectificador de corriente sincrónico se regular por excitación de un órgano de retardo hasta un cambio de signo, hasta que el valor medio de las dos señales se vuelve aproximadamente cero en la salida. En este caso el rectificador de corriente sincrónico tiene el objetivo de descomponer la señal de forma muy precisa en las fases. Los retardos condicionados por los componentes, influencias de envejecimiento y temperatura se referencian por separado. Incluso

al utilizar una trayectoria luminosa de referencia la regulación se realiza de forma eléctrica por la influencia del órgano de retardo. A un rectificador de corriente sincrónico clásico se le suministra por consiguiente la señal del fotodiodo y la señal transmitida puramente eléctricamente decalada en 90° o bien 270° respecto a la detección de fases. Para ello las señales no son iguales a cero antes del rectificador de corriente sincrónico, el valor medio puede volverse casi cero con el objetivo de mantener con la misma longitud los períodos de señal correspondientes de la señal recibida.

Del documento WO 01/90778 A1 se conoce además un procedimiento para la medición de la distancia por la medición del tiempo de propagación, excitándose la señal de emisión y la señal de recepción aplicada en el receptor con la misma cadencia. Las señales de excitación así determinadas se desplazan mediante un modificador de fase, de manera que se vuelve mínima la desviación de la distancia entre la distancia determinada por la medición del tiempo de propagación respecto al objeto objetivo y la distancia real. El objetivo es optimizar los puntos de exploración con el tiempo de propagación en el caso de frecuencias elevadas.

Del documento EP 706 648 B1 se conoce detectar señales luminosas con compensación de influencias exteriores, tales como influencias por luz extraña, temperatura y envejecimiento entre el emisor de luz y el receptor de luz. Los emisores de luz se hacen funcionar a intervalos temporales y de forma alternante a través de un generador de cadencia. La luz regulada en la amplitud de al menos una trayectoria de luz actúa dado el caso con la luz del otro emisor de luz, como por ejemplo, una fuente de luz de compensación sobre el receptor de luz, de forma que se origina una señal de recepción sin fracciones de señal isócronas. La señal de recepción del receptor de luz se suministra a un demodulador síncrono que descompone la señal de recepción de nuevo en los componentes de señal correspondientes de las dos fuentes de luz. Éstos se comparan entre sí en un comparador, originándose sin fracciones de luz extraña una señal correspondiente a un estado de cero. Si en la salida del comparador no se aplica una señal correspondiente a este estado de cero, la potencia de radiación que se suministra a las fuentes de luz se regula para el efecto hasta que se ha alcanzado este estado (véase también el documento DE 10001455 A1).

Del documento DE 103 22 552 A1 se conoce conducir al receptor la radiación luminosa reflejada en un objeto, así como la radiación luminosa desde una segunda trayectoria luminosa, que procede de otro emisor o una fuente de luz de compensación, en paralelo o con el mismo ángulo. Si se irradia así la luz de una fuente de luz, por un lado, desde el frente en el fotodiodo y se acopla lateralmente desde otra fuente de luz, así el tiempo de subida crece claramente con una corriente pulsada en la señal luminosa con acoplamiento lateral. Por consiguiente la luz extraña en el acoplamiento lateral tiene una influencia esencialmente mayor. El punto sin dimensión que se origina en el caso de compensación completa sobre la curva característica de intensidad luminosa – corriente fotoeléctrica se determina por consiguiente de nuevo respecto a una trayectoria sujeta a influencias de luz extraña sobre la curva característica del fotodiodo. Por ello es óptimo un ángulo de incidencia igual para la señal de recepción y la señal de compensación.

Del documento DE 101 33 823 A1 se conoce un dispositivo optoelectrónico para la detección de la posición y movimiento que sirve como alfombrilla táctil.

Del documento DE 103 00 223 B3 se conoce una disposición de medición con compensación de luz extraña, así como un procedimiento para la compensación correcta de fases de una señal.

### Exposición de la invención

Partiendo de este estado de la técnica, la presente invención tiene el objetivo de crear un procedimiento para la medición del tiempo de propagación de la luz, que en particular puede funcionar en cámaras también con elementos constructivos más ventajosos y amplificadores de baja frecuencia.

Este objetivo se resuelve por un procedimiento con las características de la reivindicación 1 y un dispositivo con las características de la reivindicación 6.

Al receptor se conducen señales cadenciadas por al menos dos emisores, que son fuentes de luz o fuentes de luz de compensación, por ejemplo, en forma de LEDs. La fuente de luz envía la luz a un objeto cuya distancia / reflexión se debe determinar. La luz reflejada se conduce al receptor. La fuente de luz de compensación envía la luz desde una distancia determinada directamente al receptor. Las señales de recepción de la fuente de luz y la fuente de luz de compensación se comparan entre sí y se regulan a diferencias lo más bajas posibles una a otra mediante la regulación de amplitud y fase, a fin de compensar las influencias tales como reflexión, luz extraña, temperatura y envejecimiento. Los valores regulados de la regulación de amplitudes y fases se corresponden entonces al valor de la reflexión o tiempo de propagación de la luz. Para ello la señal de recepción de un ciclo de cadencia desde una fuente de luz y fuente de luz de compensación se divide en preferentemente aproximadamente cuatro períodos iguales, es decir, períodos de activación. Si el tiempo de activación de la fuente de luz se designa con los períodos A y B y el tiempo de activación de la fuente de luz de compensación con C y D, así se comparan los períodos A y C y se regulan mediante el desplazamiento de fase uno respecto a otro a diferencias lo más pequeñas posibles. Los períodos B y D se regulan mediante la regulación de amplitud asimismo uno respecto a otro a diferencias lo más pequeñas posibles. En los períodos A y C está la información del tiempo de propagación de la luz, en los períodos B y D la información sobre el

grado de reflexión. Del retardo del modificador de fase se puede determinar entonces el tiempo de propagación de la luz y por consiguiente la distancia entre fuente de luz y objeto o receptor.

La compensación permite una extinción completa de las fracciones de señal isócronas, es decir, sólo queda el ruido de amplificación verdadero. El amplificador del fotodiodo puede presentar por ello una amplificación muy elevada o incluso se puede realizar como amplificador de limitación de alta amplificación.

Por consiguiente se detectan las señales de alternancia de cadencia que aparecen en la alternancia de cadencia y de éstas se determinar un valor de diferencia que se minimiza mediante un modificador de fase. A partir del retardo del modificador de fase se puede determinar el tiempo de propagación de la luz y por consiguiente la distancia entre emisor y objeto o receptor. La compensación permite, por un lado, una extinción de fracciones isócronas, es decir, sólo queda el ruido de amplificación. Mediante la elevada amplificación de la señal de recepción se refrenda claramente el pico en la alternancia de cadencia. Este pico aparece con la cadencia correspondiente de la fuente de luz de envío y la fuente de luz de compensación con diferente polaridad respecto al valor medio del ruido y llega a dos entradas de un comparador conectado correspondientemente de forma síncrona a la cadencia respecto a los períodos correspondiente. Esta señal de alternancia de cadencia, desde la amplitud, depende de la reflexión ya que, no obstante, sólo se trata de la minimización del valor de diferencia, el valor de diferencia de la señal se puede demodular de ciclo en ciclo de forma isócrona en la amplitud y se puede utilizar para la excitación del modificador de fase. Debido a la cadencia se conoce el momento de la aparición de la señal de alternancia de cadencia, de forma que allí sólo se debe detectar el pico. Al mismo tiempo se puede trabajar con una cadencia cualquiera.

El demodulador síncrono se utiliza por consiguiente para la detección de amplitudes por intervalos de cadencia, en cuya entrada se encuentra una señal nula regulada a partir de dos trayectorias del nivel preferentemente óptico. En este caso se conducen hacia fuera dos trayectorias luminosas independientes una de otra, que están reguladas en su amplitud de forma que las señales de recepción son ya nulas una respecto a otra en la entrada del amplificador de centrado o demodulador síncrono y por consiguiente no se produce una señal cambiante. Si en la salida del demodulador síncrono y comparador todavía se aplica una señal, a través de un nivel de centrado o un comparador se influye en la potencia luminosa de al menos un emisor a través de un regulador, de forma que esta señal se regula a cero una respecto a otra de forma cadenciada y por consiguiente también la señal en la entrada del demodulador síncrono. A partir de la señal nula que queda entonces y que luego se compone en realidad sólo del ruido de amplificación sin fracciones alternas isócronas, en la salida del detector de amplitud se puede detectar una señal de alternancia de cadencia que aparece eventualmente en el ruido y de nuevo se puede regular a cero. Este valor se puede leer también en un instante cualquiera en el que no está presente una información de fase. Este valor de diferencia de los valores de amplitud no fieles en fase se cambia así en el modificador de fase hasta que se vuelve mínimo y preferentemente nulo para determinar por ello el tiempo de propagación de la luz.

Por consiguiente se puede construir una cámara con capacidad 3D. Las señales emitidas se pueden valorar de forma que simultáneamente a la medición de la reflexión o casi simultáneamente se realiza la medición de la distancia y además existen las señales luminosas dispuestas también como información gráfica. Si por consiguiente se excitan los pixeles de una cámara se producen medios de detección de imágenes que trabajan de forma muy favorable y exacta debido a la medición exacta de la distancia.

Mediante los dos circuitos de regulación cerrados de una regulación de amplitud, por un lado, y una regulación del tiempo de propagación, por otro lado, respecto a una fracción "isócrona a 0" se consiguen las siguientes ventajas en particular también para el uso en cámaras:

- sensibilidad muy elevada
- medición del tiempo de propagación muy buena también en el entorno próximo (hasta distancia "0")
- insensibilidad a la luz extraña
- sin influencias de la temperatura en la detección del tiempo de propagación
- utilización de elementos constructivos de baja frecuencia (Tecnología C-Mos)
- utilización de fotodiodos de bajo coste y gran superficie con elevada capacidad propia
- utilización de LEDs como emisor (pequeña potencia de envío)
- no crítico en caso de cambios de los parámetros de preamplificación
- sin influencia de las propiedades de reflexión del cuerpo reflectante en la medición de la distancia

El desplazamiento de fase entre la primera señal luminosa a través de la trayectoria luminosa y la segunda señal de la fuente de luz de compensación se regula ventajosamente mediante un circuito de regulación, en el que el valor de

diferencia de la señales de alternancia de cadencia entra como señal de control que se minimiza por la regulación.

Es ventajoso si la luz de la trayectoria luminosa y del otro recorrido luminoso llega con el ángulo lo más igual posible al receptor. Para ello pueden estar previstos medios de desvío.

Otras ventajas se deducen de la descripción siguiente y de las reivindicaciones posteriores.

5 **Breve descripción de las figuras**

A continuación se explica más en detalle la invención mediante los ejemplos de realización representados en las figuras. Muestran:

Fig. 1 un diagrama de conexión esquemático de un circuito según la invención para la medición del tiempo de propagación de la luz,

10 Fig. 2 la señal de recepción dispuesta en el receptor de la fig. 1, representada recalcada por motivos de simplificación con la subdivisión correspondiente en zonas diferentes,

Fig. 3 la señal según la fig. 2 arriba después del uso del modificador de fase,

Fig. 4 el desarrollo de la luz en el receptor a partir de la trayectoria de medición sin y con trayectoria luminosa,

Fig. 5 la señal luminosa resultante para el fotodiodo,

15 Fig. 6 a modo de ejemplo un pulso de la fig. 5,

Fig. 7. el pulso de la fig. 6 después del paso de fotodiodo y amplificador,

Fig. 8 un sistema de cámaras correspondiente.

Antes de que se describa la invención se debe indicar que no está limitada a los componentes correspondientes del circuito o los pasos del procedimiento correspondiente, ya que estos componentes y el procedimiento pueden variar.

20 Los conceptos utilizados aquí sólo están determinados para describir formas de realización especiales y no se utilizan de forma limitante. Si además en la descripción y en las reivindicaciones se utilizan el singular o artículos indeterminados, esto se refiere también a la pluralidad de estos elementos en tanto que la coherencia global no haga claramente de forma única otra cosa.

25 La invención hace posible una medición de la distancia, la cual permite una medición exacta del tiempo de propagación de la luz sin problemas con la luz extraña e independientemente del grado de reflexión con fotodiodos de bajo coste y gran superficie y amplificadores de baja anchura de banda. Además, es posible una medición del tiempo de propagación en la zona próxima a partir de la superficie sensora hasta mayores distancias sin cambiar el rango de medición. Las cámaras son la finalidad de uso preferida, aunque la invención se explica a continuación sólo en referencia a un píxel.

30 La invención parte de la reflexión siguiente: un LED (o láser) envía pulsos y se reciben con un fotodiodo con, por ejemplo, 100 KHz y una relación de pulso – pausa del 50%, que se devuelve a una distancia de aproximadamente 15 cm por un objeto reflectante y se recibe con un fotodiodo como receptor 13. En la observación teórica, el pulso recibido aparece por consiguiente decalado en el tiempo en aproximadamente 1 ns respecto al impulso de envío. En primer lugar se separa la diferencia de tiempo, así la llegada retardada del impulso de envío de la información de pulso verdadera. Para ello se activa en la pausa de pulso del impulso de envío un segundo LED que envía su potencia luminosa directamente sobre el fotodiodo sin el desvío por la trayectoria de reflexión. Si al fotodiodo según la fig. 4 llegan las dos potencias luminosas S1, S2 con la misma amplitud (que se puede mantenerse igual naturalmente a través de una regulación de la amplitud de los LEDs), en el fotodiodo aparece una señal luminosa esencialmente constante compuesta de la luz de los dos LEDs alternantes y una fracción posible de luz extraña. Esta luz constante genera así una corriente continua modulada esencialmente de forma no isócrona en el fotodiodo.

40 En el caso de observación más exacta, una diferencia de tiempo de propagación de 1 ns está aplicada en la corriente constante en la transición de los pulsos de envío de los dos LEDs. En una fase se origina un hueco en la "luz constante" de los LEDs alternantes allí donde ya se ha desconectado el LED situado cerca del receptor, pero la luz del segundo LED todavía debe cubrir los 15 cm hasta el objeto reflectante y volver. En la segunda el LED en el entorno del fotodiodo ya envía la luz, mientras que la luz está todavía de camino al fotodiodo desde el segundo LED desconectado en el instante correcto. Esto está representado de forma esquemática en la fig. 5. Se produce un pico muy bajo en la señal de recepción con polaridad alterna con sincronización de fases. Esta diferencia de tiempo es extremadamente pequeña para el fotodiodo que recibe, de forma que en un comportamiento de filtro pasabajos de, por ejemplo, 200 kHz (diodo de gran superficie, por ejemplo, BPW 34) aparece sólo como valor de cambio de corriente extremadamente bajo.

Aquí se aplica la ley de conservación de la energía: si suponemos que sólo el LED dirigido hacia fuera al objeto reflectante enviaría de forma cadenciada y el LED dirigido hacia el fotodiodo estuviera apagado, así el fotodiodo recibe una luz alterna, que representada como tensión, por ejemplo, una tensión alterna de 10 mV, entrega en una salida de un amplificador de tensión alterna cualesquiera conectado después del fotodiodo. Si pudiésemos partir de un fotodiodo

5 ideal y un amplificador ideal con comportamientos de tiempo de subida ideales, partiríamos en el caso de un LED que emite además de una señal de salida de 10 mV con ciclo del 50%. Si se conecta aparte de esto el segundo LED se producen, debido al tiempo de propagación de una señal, pulsos de 1 ns alternándose de forma isócrona en la dirección positiva y negativa (fig. 5). Estos pulsos son entonces en el caso descrito la única información en la señal amplificada y representan la información del tiempo de propagación. No obstante, en la práctica el "comportamiento de

10 filtro pasabajos" del fotodiodo y amplificador se "traga" estos impulsos extremadamente breves.

Aquí surge efecto la ventaja del sistema regulado según la amplitud conforme a la invención: ya que sólo los pulsos breves se aplican al fotodiodo como información alterna, la señal del fotodiodo casi se puede amplificar a voluntad, por ejemplo, con una amplificación de diez mil. El impulso luminoso teórico de una longitud de 1 ns y en el caso ideal de 10 mV en una salida de amplificación ideal provoca en la práctica sólo una elevación de tensión fuertemente pulida de, por ejemplo, 10 µV (esquemática fig. 6), pero que produce ahora después de una amplificación de diez mil veces una señal de 100 mV con una longitud t1 de, por ejemplo, 5 µs (fig. 7).

15 En este caso en el amplificador no se ponen exigencias especiales, una anchura de banda de 200 kHz es suficiente para una amplificación correspondiente. La señal aparece después del cambio de un LED al segundo después del instante de cambio en direcciones alternantes (positiva negativa). Mediante un rectificador de corriente conectado de forma síncrona respecto a lacadencia se puede examinar la señal de recepción en este instante en fracciones de señal síncronas. Mediante una integración sencilla de

20 las fracciones de señal demoduladas de forma síncrona se pueden detectar también en una señal con mucho ruido, como se manifiesta en el fotodiodo, por ejemplo, por ruidos de fotones en el caso de una radiación solar directa, todavía de forma clara fracciones de señales originadas por diferencias de tiempo de propagación. Debe mencionarse que el rectificador de corriente síncrono o demodulador síncrono D1, D2 no son un circuito que puede detectar de

25 forma exacta la fase, sino que detecta de forma cadenciada la amplitud. La exactitud de fase no tiene influencia en la exactitud de la medición de forma que, por ejemplo, todavía es inapreciable un desplazamiento de fase de 20°.

Ya que la aparición de estas fracciones de señal isócronas indica una diferencia de tiempo de propagación entre los dos LEDs y para ello permite también una clara asignación de los LEDs, con esta información se puede concertar un circuito regulador según la fig. 1 (véase abajo), de manera que la señal del LED que irradia directamente en el fotodiodo se desplaza con medios conocidos (tiempo de propagación regulable, por ejemplo, mediante filtro ajustable para todas las frecuencias o desplazamiento de fases regulable digitalmente) en el mismo valor que la luz reflejada en un objeto. El desplazamiento necesario del impulso eléctrico de excitación en el modificador de fase 17 (fig. 1) para el LED 12 que irradia directamente es entonces una medida directa para el tiempo de propagación de la luz y por consiguiente también una medida directa de la distancia del objeto reflectante.

30 35 Después de la demodulación síncrona de las fracciones de señal dependientes del tiempo de propagación, las dos fracciones de señal para la regulación recíproca a "0" mediante desplazamiento de fases del LED que irradia directamente se pueden comparar entre sí naturalmente, por ejemplo, en otros amplificadores operacionales de mayor amplificación – sin requerimiento especial de la anchura de banda. Si existe entonces una diferencia todavía pequeña de las dos fracciones de señal isócronas, ésta se regular a "0" a través de la regulación de fases. Aunque se pueden 40 utilizar amplificadores cualesquiera se utilizan preferentemente amplificadores de tensión alterna.

45 En el ejemplo de realización se usan abajo en la fig. 1 simultáneamente dos circuitos de regulación diferentes. Por un lado, la amplitud de recepción para las dos trayectorias de LED se regula al mismo valor por regulación de amplitud mediante uno de los dos LEDs en la entrada del fotodiodo (receptor 13), según se conoce del documento EP 706 648 B1. Ya que después de la conmutación de un LED al segundo LED, la diferencia de fases está dibujada como información de amplitud fuertemente en la longitud, sólo se debería examinar la señal en un instante respecto a diferencias de amplitudes isócronas, cuando la información del tiempo de propagación ya ha disminuido. En la práctica ha demostrado ser útil, por ejemplo, una frecuencia de cadencia de aproximadamente 100 KHz – 200 KHz, examinándose en una primera parte de un periodo de cadencia la señal sobre las diferencias de tiempo de propagación que aparecen entonces como amplitud en la señal, antes de la regulación de la fase y en la segunda parte de un periodo de cadencia sobre una diferencia pura de amplitudes. Con la información de la segunda mitad de un periodo de cadencia se influye entonces sobre al menos uno de los dos LEDs en el ejemplo de realización sólo en la amplitud, a fin de mantener las señales de igual magnitud en ambas trayectorias luminosas y por consiguiente regular a cero el valor de diferencia. Las señales de igual magnitud de ambas trayectorias luminosas provocan una señal nula sin fracciones alternas isócronas.

50 55 Naturalmente la fase del LED que irradia directamente en el fotodiodo no se debe adaptar necesariamente conforme al tiempo de propagación de la luz del otro LED que provoca la reflexión, en el caso de conexión correspondiente también se puede influir sobre el LED que provoca la reflexión.

Mediante estos dos circuitos de regulación cerrados

- regulación de amplitud
- regulación de tiempo de propagación

respecto a una respectiva fracción "isócrona a 0" se consiguen las ventajas mencionadas al inicio.

- 5 Al utilizar una cámara con un único píxel direccional se puede determinar naturalmente para cada píxel la distancia al objeto reflectante. En la aplicación en una cámara el sistema descrito todavía la ventaja de que dispone de forma separada la información de la distancia, reflexión y contenido gráfico. Ya que la medición de la distancia en el píxel correspondiente regula una "señal a 0", la medición verdadera no perturba la información gráfica que recurre a una fuente de luz externa (luz del día natural, sol).
- 10 En referencia a la fig. 1, en la disposición según la invención se conduce la luz al receptor 13 a través de una segunda trayectoria 20 y además está prevista una compensación de amplitud. El procedimiento sirve para la medición del tiempo de propagación de la luz, en particular para cámaras 10 (fig. 8). En primer lugar se irradia una radiación luminosa por un control de cadencia 11, por ejemplo, con 200 KHz de forma modulada desde la salida 11E a través de la línea 30, 31, 32 a través del emisor 12, es decir, una fuente de luz en una trayectoria luminosa 14. La línea 30
- 15 conduce a la entrada de un regulador de potencia 18 y de su salida 18b a través de la línea 32 a la entrada 12a del emisor 12. La luz llega del emisor 12 al objeto O y se irradia nuevamente allí al receptor 13. Con la misma cadencia, no obstante, invertida por el inversor 22, la luz se irradia también de otro emisor 21 como fuente de luz de compensación o una fuente de luz de compensación no representada gráficamente al receptor 13. Para ello la señal del control de cadencia 11 llega a través de la línea 30, 33 a la entrada 17a del modificador de fase y a través de la salida 17b del
- 20 modificador de fase y la línea 34 a la entrada 22a del inversor 22, de cuya salida 22b la señal llega a través de la línea 35 a la entrada 21a del otro emisor 21. Por consiguiente en la salida 13a del receptor se encuentra en alternancia de cadencia del control de cadencia 11 la señal S13 de las dos trayectorias luminosas en la línea 40. La otra señal, que procede del otro emisor 21, es en el ejemplo de realización de la fig. 1 una señal luminosa cadenciada igualmente por el control de cadencia 11, que se conduce preferentemente en paralelo respecto a la primera señal luminosa de la
- 25 trayectoria luminosa 14 al receptor 13. No obstante, en el caso de esta señal la luz ha cubierto una trayectoria conocida respecto a su distancia. La señal S13 llega a través de la línea 40 al amplificador 23 y se amplifica en el amplificador y luego se conduce a través de la línea 41 a dos demoduladores síncronos D1, D2 construidos iguales con comparador, que están representados abajo en la fig. 1. El objetivo de los de los demoduladores síncronos D1, D2 no es en este caso detectar exactamente la fase, sino de forma cadenciada la amplitud. La exactitud de fase no influye en la exactitud de la medición de forma que, por ejemplo, todavía es inapreciable un desplazamiento de fase de 20°.

Antes de que se entre más en detalle a estos circuitos, la figura 2 muestra arriba la señal que está dispuesta después del amplificador 23. La señal representada muestra un desarrollo de señal, tal y como existe en el caso de un tiempo de propagación de la luz a través de, por ejemplo, una distancia de reflexión de 15 cm sin una adaptación de la fase de señal al menos de uno de los dos LEDs del emisor 12 y otro emisor 21. La aparición de las fracciones de señal isócronas se puede detectar con una puerta lógica y se asigna a los LEDs correspondientes. En este caso se debe diferenciar entre diferencias de amplitud en todo el rango de cadencia y amplitudes de señal directamente después del cambio de la cadencia. Para ello se subdivide un ciclo de cadencia en 4 períodos A/B/C/D en la fig. 2. Los períodos B, D representan valores de amplitud que son iguales en el estado regulado sin diferencias de amplitud isócronas, es decir, de ciclo en ciclo. El estado regulado de los períodos B, D se refiere a la regulación de amplitud de al menos uno de los dos LEDs. En el estado regulado de las amplitudes en los períodos de cadencia B y D a los mismos valores está dispuesta durante el tiempo de propagación de la luz de los dos LEDs en el fotodiodo una señal sin fracciones de señal isócronas. Solo en el caso de una diferencia de tiempo de propagación entre otra trayectoria luminosa 20 y la trayectoria luminosa 14 aparece una fracción de señal isócrona.

45 En la fig. 1 se controlan los demoduladores síncronos D1 y D2 con comparador por el control de cadencia 11 a través de las salidas 11A, 11B, 11C y 11D y las líneas de cadencia 50A, 50B, 50C y 50D correspondientes, de forma que el demodulador síncrono D1 regula la diferencia de amplitud isócrona en la señal S13 recibida a través del regulador de potencia 18 para la regulación de la amplitud a "0", mientras que el demodulador síncrono D2 detecta la diferencia del tiempo de propagación entre las trayectorias y la regula a través del modificador de fase 17 a "0". En el caso de un tiempo de propagación de la luz no regulado está dispuesta en los períodos de cadencia A y C una fracción de señal isócrona con polaridad alterna de fase a fase, que provoca en la salida del demodulador síncrono D2 una señal de regulación S16, la cual controla de nuevo el modificador de fase 17 de manera que en la salida 23b del amplificador 23 se encuentra una señal "0" sin fracciones de señal isócronas.

50 En el demodulador síncrono D1 se descompone la señal de recepción S13 de nuevo en las dos trayectorias luminosas 14 así como 20. Para ello la señal llega a través de la línea 41, 41B, 41D a interruptores asignados a los períodos B y D, que están accionados a través de la línea de cadencia 50B y 50D por el control de cadencia 11 con la alternancia de cadencia de los períodos B y D. Por consiguiente conforme a la posición del interruptor en la salida de los interruptores

está dispuesta la señal correspondiente a los períodos B y D en la línea 60B 60D. Estas señales se conducen a través de un integrador R3, R4 y/o C3, C4 a las entradas 15a, 15b del comparador 15, en cuya salida 15c está dispuesta en el caso de señales de igual magnitud una señal de control correspondiente para un estado de cero de la señal S13. Si allí

- 5 está dispuesta otra señal se produce una señal de control cualesquiera como señal S15 para la regulación de la amplitud a través del regulador de potencia 18 a través de la línea 70 a la entrada 18c del regulador de potencia 18, que regula posteriormente la potencia de radiación del emisor 12 en la amplitud de forma que la señal S13 se convierte en una señal conforme al estado de cero, es decir, no contiene fracciones isócronas y por consiguiente no es necesaria otra regulación posterior. En este estado están eliminadas las fracciones alternas isócronas, es decir, influencias que
- 10 se derivan, por ejemplo, de propiedades de reflexión, luz extraña o cambios de temperatura, no influyen sobre la medición del tiempo de propagación de la luz. En el dibujo se regula posteriormente la potencia de radiación del sensor 12, no obstante, se entiende en sí que esta regulación, según se conoce también del documento EP 706 648 B1, puede actuar asimismo en el otro emisor 21 o en ambos o en el caso de varios emisores en varios emisores. Lo mismo es válido para el caso de una fuente de luz de compensación que está asignada directamente al receptor 13. La señal S15 es por consiguiente simultáneamente la señal 94 para la reflexión o la amplitud.

- 15 Con otras palabras, el demodulador síncrono D1 se utiliza para la detección de amplitud por períodos de cadencia, en cuya entrada, es decir, en los interruptores asignados a los períodos B y D, está dispuesta preferentemente ya una señal nula regulada en ambas trayectorias de un nivel óptico. Para ello en la fig. 1 se conducen hacia fuera dos trayectorias luminosas independientemente una de otra, que están reguladas en su amplitud de tal manera que en la entrada del demodulador síncrono D1 son ya cero una respecto a otra y se produce una señal modificada. Esto se
- 20 realiza por los interruptores B y D representados abajo en la figura 1 para la compensación de influencias externas, lo que es necesario para la exactitud deseada. A partir de la señal nula que queda entonces, en la salida del detector de amplitud en forma de demodulador síncrono D2 se puede detectar la señal de alternancia de cadencia en el ruido.

- 25 Un cambio de fase de los tiempos de exploración a través de las líneas de cadencia 50A, 50B, 50C, 50D no influye en amplias zonas sobre las mediciones de la distancia. Al contrario de la elevada exactitud de la fase del demodulador síncrono necesaria en el documento DE 100 22 054 A1, no afecta según la invención en la medición de la distancia. Solo es necesaria una exploración de la amplitud en un instante aproximado de la cadencia. Por ello la demodulación síncrona es según la invención sólo casi una demodulación síncrona. La fase apenas tiene importancia en sí para hacer reconocibles diferencias en la amplitud de las señales de alternancia de cadencia y hacer nula la amplitud en la entrada del detector de amplitud en forma de demodulador síncrono D2. Estas señales de alternancia de cadencia se
- 30 minimizan entonces mediante el desplazamiento de fase de los componentes uno respecto a otro y preferentemente se hacen cero. El retardo del modificador de fase 17 que se produce con ello es el tiempo de propagación de la luz.

- 35 En la figura 1 centro se excitan los dos interruptores superiores del demodulador síncrono D2 por la puerta lógica conforme a las zonas A y C arriba según la fig. 2. En el demodulador síncrono D2 se asigna la señal S13 igualmente a las señales de amplitud de las dos trayectorias luminosas 14 así como 20, por supuesto los períodos de señal correspondientes a los períodos A y C. Para ello la señal llega a través de la línea 41, 41A, 41C a los interruptores
- 40 asignados a los períodos A y C, que están accionados a través de la línea de cadencia 50A y 50C por el control de cadencia 11 con la alternancia de cadencia de los períodos A y C. Por consiguiente conforme a la posición del interruptor, en la salida de los interruptores está dispuesta la señal correspondiente a los períodos A y C en la línea 60A y 60C. Estas señales se conducen a través de integradores R1, R2 y/o C1, C2 a las entradas 16a, 16b del comparador 16.

- 45 Por consiguiente de forma cadenciada se detecta la primera señal luminosa, que aparece en la alternancia de cadencia y que se corresponde al tiempo de propagación de la luz en la trayectoria luminosa y la segunda señal luminosa, es decir, otra señal luminosa. Las magnitudes de las señales dependen en su amplitud de la reflexión, ya que no obstante se trata de la determinación del valor de diferencia isócrono entre estas dos señales, esto no tiene importancia. Las dos señales se comparan en el otro comparador 16. El valor de diferencia se corresponde a la diferencia de fase entre la primera señal luminosa y la segunda señal luminosa y debido a la integración se convierte en el fotodiodo en un valor de amplitud. Este valor se puede explorar en cualquier momento en el que no esté presente una información de fase. Este valor de diferencia de los valores de amplitud no exactos en fase, es decir, que no coinciden exactamente en los límites de fase llega a través de la línea 80 como señal S16 a la entrada 17c del modificador de fase 17 y se cambia en el modificador de fase 17, hasta que se vuelve mínimo y preferentemente nulo a fin de determinar por ello el tiempo de propagación de la luz. A partir del retardo ajustado en este caso del modificador de fase 17 se puede determinar el tiempo de propagación de la luz y por consiguiente la distancia, que en la salida 17d del modificador de fase 17 está dispuesto como señal el tiempo de propagación 93. Mediante el cambio del modificador de fase desaparecen las amplitudes de la señal de alternancia de cadencia TW según la figura 3 en el ruido.

- 55 El modificador de fase 17 puede ser un circuito que trabaja de forma analógica, pero también un retardo de señal digital. En este caso se puede contar, por ejemplo, una cadencia de alta frecuencia de forma que, por ejemplo, la cadencia se puede decalar en pasos de 1ns. Para ello la señal S16 se explora con un convertidor A/D y el resultado se convierte en una modificación de fase correspondiente.

El receptor 13 puede ser un fotodiodo recubierto parcialmente de forma opaca a la luz. Para ello, por ejemplo, el borde 13b del fotodiodo puede estar recubierto de forma opaca a la luz. La luz que incide en el fotodiodo, ante todo si no choca directamente frontalmente sobre el fotodiodo, provoca tiempos de subida diferentes de la señal eléctrica respecto a luces que inciden frontalmente. Por ello se puede falsear el resultado de la medición.

- 5 La explicación precedente se refiere a la representación de un píxel. Naturalmente también en una matriz pueden estar dispuestos varios o muchos píxeles que reproducen con una óptica, por ejemplo, una zona de observación. En este caso se determina, por ejemplo, de forma secuencial para cada píxel individualmente la distancia.

En la práctica resulta que diferentes ángulos de irradiación de la señal reflejada y del LED que irradia directamente provocan un falseamiento del resultado de la medición. Del documento DE 103 22 552 A1 se conocen medios para hacer incidir dos recorridos luminosos diferentes en el fotodiodo con aproximadamente el mismo ángulo. La señal luminosa que procede del otro emisor 21 se desvía por ello a través de medios de desvío 25 translúcidos o transparentes hasta que entra aproximadamente en paralelo o con el mismo ángulo respecto a la luz que procede de la trayectoria luminosa 14 en el receptor. Preferentemente se desvía la segunda señal luminosa al menos parcialmente al receptor 13, mientras que la primera señal luminosa que procede de la trayectoria luminosa 14 incide esencialmente de forma inalterada en el receptor.

10 El control de cadencia 11 trabaja preferentemente con una cadencia entre 50 a 200 KHz. Estos valores de cadencia son claramente menores que las cadencias utilizadas hasta ahora en el estado de la técnica en la medición del tiempo de propagación de la luz. Por consiguiente se pueden utilizar fotodiodos mayores y más económicos. Además, se puede trabajar con amplificadores en baja frecuencia.

15 20 Ya que para la medición del tiempo de propagación de la luz o distancia y para la medición de la reflexión está regulada la señal luminosa enviada, isócrona en el fotodiodo para formar una fracción nula isócrona, estas mediciones no perturban la información gráfica isócrona de los píxeles de una cámara. La fracción nula isócrona aparece sólo como un pequeño nivel de luz constante adicional. En la regulación de amplitud del circuito de regulación de compensación se cambia este nivel de luz constante con la intensidad de la reflexión en objetos reflectante. No obstante, ya que el valor de la reflexión está contenido en la señal S15, con ella se puede corregir correspondientemente el verdadero valor de claridad medido por el píxel. En la práctica ha demostrado no ser necesaria una corrección en la mayoría de los casos, por el contrario la luz emitida provoca una iluminación deseada del objeto en el caso de falta de luz ambiente.

25 30 En la aplicación con sólo un píxel se puede utilizar como elemento de envío un LED convencional, como fotodiodo se puede utilizar un fotodiodo de bajo coste y gran superficie, por ejemplo, BPW 34 de Osram. El amplificador del fotodiodo puede ser construido en tecnología C-Mos y tener, por ejemplo, una anchura de banda de sólo 200 KHz. Los parámetros del amplificador apenas afectan en la exactitud de la medición, de forma que aquí sólo se ponen pequeñas exigencias. Se prescinde de un desplazamiento de fase realizable digitalmente descrito más en detalle en la invención (frecuencias de reloj elevadas) de la señal de referencia según el estado de la técnica, el sistema se puede hacer funcionar con una cadencia de sistema de sólo 50 a 200 KHz. Al evitar frecuencias de cadencia elevadas exclusivamente para la generación de un desplazamiento de fase digital se puede recurrir naturalmente a cualquier tipo de desplazamiento de fase, por ejemplo, en forma integrada analógicamente.

35 40 En la invención es ventajosa también la elección a voluntad de la frecuencia de cadencia que puede adoptar valores cualesquiera de un ciclo de cadencia al siguiente. Para suprimir las posibles interferencias en sistemas utilizados en paralelo y no sincronizables se puede utilizar así sin problemas cualquier "salto de frecuencia" (FDMA). Con ello este sistema es apropiado para realizar con medios sencillos no sólo una trayectoria individual de medición del tiempo de propagación de la luz, sino también hacer un sistema 3D a partir de una cámara convencional, preferentemente una cámara C-Mos. En este caso en la invención descrita está disponible simultáneamente también la información gráfica convencional a pesar de la medición de la distancia del objeto situado en la zona de iluminación de la fuente de envío.

45 50 Según la presente invención se posibilita una medición del tiempo de propagación de la luz, que con los medios más sencillos, potencia de envío más baja y completa insensibilidad frente a la luz extraña y temperatura permite una detección exacta del tiempo de propagación de la luz también en la señal de recepción con mucho ruido de la zona próxima extrema hasta las mayores distancias sin adaptaciones de la electrónica. También las propiedades de reflexión del objeto a medir no tienen influencia sobre el resultado de la medición. En este caso se regula básicamente el emisor o compensador (es decir, por ejemplo, otro emisor o también ambos) en su fase de potencia.

55 50 Los elementos del dispositivo correspondiente se deducen ya de la explicación previa, en particular en referencia a las figuras 1 y 9. Al menos un emisor 12 envía una primera señal luminosa cadenciada por el dispositivo de cadencia 11 en al menos una trayectoria luminosa 14 a través de un objeto O reflectante a al menos un emisor 13 para la detección del cambio de la primera señal luminosa a causa de la aproximación, presencia y/o retirada del objeto O. El receptor 13 recibe la primera señal luminosa que viene de la trayectoria luminosa 14. En el receptor 13 están previstos medios para la determinación de la señal recibida a consecuencia de la primera señal luminosa. Además, están previstos medios para la transmisión de una segunda señal cadenciada por el dispositivo de cadencia 11, que se produce a través de

una trayectoria conocida respecto a su distancia. Esta transmisión se realiza mediante el otro emisor 21 a través de la otra trayectoria luminosa 20. Un comparador 15 compara de forma cadenciada la señal recibida de la trayectoria luminosa 14 y la segunda señal para la generación de un valor de comparación en la salida del comparador 15. Al menos un regulador 18 utiliza el valor de comparación para la regulación de los valores de amplitud de la señal de envío y/o de la segunda señal, de forma que la señal de recepción y la segunda señal son esencialmente igual de grandes al menos en la entrada del comparador. En forma de una puerta lógica están previstos medios para la detección cadenciada de la señal de alternancia de cadencia TW que aparece en la alternancia de cadencia y que se corresponde al tiempo de propagación de la luz, entre la señal de recepción de la trayectoria luminosa 14 y la segunda señal en el caso de magnitud, regulada a esencialmente la misma magnitud en la entrada del comparador 15, de la señal de recepción de la trayectoria luminosa 14 y segunda señal. Otro comparador 16 determina un valor de diferencia S16 por comparación de las señales de alternancia de cadencia TW entre señal de recepción de la trayectoria luminosa 14 y segunda señal según su amplitud. Un modificador de fase 17 cambia el valor de diferencia S16 para el cambio del retardo de fase de la fase de la señal de recepción y la segunda señal, hasta que el valor de diferencia S16 se vuelve mínimo, preferentemente nulo. El retardo del modificador de fase obtenido con valor de diferencia mínimo se corresponde al tiempo de propagación de la luz.

El comparador 15 es parte de un demodulador síncrono D1 determinado para la detección de amplitud. El medio para la detección cadenciada de la señal de alternancia de cadencia TW es una puerta lógica que detecta las señales de alternancia de cadencia TW que alternan en el signo y que el valor de diferencia S16 entre las señales de alternancia de cadencia TW se utiliza como magnitud de control de un circuito de regulación. Esta puerta lógica y la otra puerta lógica de los demoduladores síncronos D1, D2 con comparadores correspondientes sirven como medios para la división de las señales de recepción S13 de la trayectoria luminosa 14 y la trayectoria a través de la que se conduce la segunda señal en las diferentes zonas A, B, C, D.

Están previstos medios de desvío 25 que conducen la primera señal luminosa y la segunda señal luminosa, que viene igualmente de una segunda trayectoria luminosa como señal luminosa en la fig. 1, al receptor 13 y que desvían la señal luminosa desviada de forma que la señales luminosas inciden esencialmente en paralelo o con el mismo ángulo en el receptor 13.

Como el al menos un emisor 12, en el otro emisor 21 y/o la fuente de luz de compensación se utilizan LEDs al menos parcialmente, preferentemente continuamente.

#### Lista de referencias

30	10	Cámara
	11	Control de cadencia
	11A, 11E, 11B, 11C, 11D	Salida
	12	Emisor
	12a	Entrada
35	13	Receptor
	13a	Salida
	14	Trayectoria luminosa
	15	Comparador
	15a, 15b	Entrada
40	15c	Salida
	S15	Señal después del comparador 15
	16	Otro comparador
	16a, 16b	Entrada
	16c	Salida
45	S16	Valor de diferencia después del comparador 16
	17	Modificador de fase

	18	Regulador de potencia
	18a, 18c	Entrada
	18b	Salida
	20	Otra trayectoria luminosa
5	21	Otro emisor
	21a	Entrada
	22	Inversor
	22a	Entrada
	22b	Salida
10	23	Amplificador
	23a	Entrada
	23b	Salida
	24	Píxel
	25	Medio de desvío
15	D1, D2	Demodulador síncrono
	O	Objeto
	R1 – R5	Integrador
	TW	Señal de alternancia de cadencia
	30 – 35	Línea
20	40, 41	Línea
	41A, 41B, 41C, 41D	Línea
	50a, 50B, 50C, 50D	Línea de cadencia
	60A, 60B, 60C, 60D	Línea de cadencia
	70 – 75, 79, 80	Línea
25	90	Desacoplamiento DC
	91	Interruptor
	93	Señal de tiempo de propagación
	94	Señal de reflexión

## REIVINDICACIONES

- 1.- Procedimiento para la medición del tiempo de propagación de la luz, en particular para cámaras (10), con los pasos siguientes:
- envío de una pluralidad de primeras señales luminosas cadenciadas por un control de cadencia (11) desde al menos una fuente de luz (12) en al menos una trayectoria luminosa (14) a través de un objeto (O) reflectante a al menos un receptor (13) para la detección de un tiempo de propagación de la luz o cambio del tiempo de propagación de la luz de las primeras señales luminosas a consecuencia de la aproximación, presencia y/o retirada del objeto (O), en el que cada una de estas primeras señales luminosas se compone de periodos de activación A y B sucesivos en el tiempo,
- 5
- transmisión de una pluralidad de segundas señales luminosas cadenciadas por el control de cadencia (11) con la misma cadencia y que se sitúan en las pausas de pulso de las primeras señales luminosas, desde una fuente de luz de compensación (21) a través de una trayectoria conocida respecto a su distancia, en el que cada una de estas segundas señales luminosas se compone respectivamente de periodos de activación C y D sucesivos en el tiempo y las segundas señales luminosas se pueden desplazar temporalmente respecto a las primeras señales luminosas mediante un modificador de fase,
- 10
- recepción de las primeras y las segundas señales luminosas mediante al menos un receptor (13),
  - determinación de la señal de recepción, que resulta de las primeras y segundas señales luminosas, en el receptor (13),
- 15
- división de la señal de recepción (S13) en las zonas correspondientes a los periodos de activación A, B, C y D mediante una puerta lógica con la cadencia del control de cadencia (11),
- 20
- comparación cadenciada de respectivamente una señal de recepción correspondiente a un periodo de activación B de las primeras señales luminosas con respectivamente una señal de recepción correspondiente a un periodo de activación D de las segundas señales luminosas, para la generación de un valor de comparación a la salida de un comparador (15), que se utiliza para la regulación de los valores de amplitud de las primeros señales luminosas y/o de las segundas señales luminosas, de forma que los periodos de la señal de recepción correspondientes a los periodos de activación B y D son esencialmente iguales en su amplitud al menos en la entrada del comparador,
- 25
- detección cadenciada de una primera señal de alternancia de cadencia (TW) recibida en el receptor (13) durante un periodo de activación A, y una segunda señal de alternancia de cadencia (TW) recibida en el receptor durante un periodo de activación C, con una magnitud de los periodos de la señal de recepción correspondientes a los periodos de activación B y D, regulada esencialmente a la misma amplitud en la entrada del comparador (15),
- 30
- determinación de un valor de diferencia (S16) por comparación de la primera señal de alternancia de cadencia (TW) con la segunda señal de alternancia de cadencia según su amplitud en otro comparador (16),
- 35
- cambio del valor de diferencia (S16) mediante un modificador de fase (17) para el cambio del retardo de fases entre las primeras y segundas señales luminosas hasta que el valor de diferencia (S16) se vuelve mínimo, preferentemente nulo,
  - utilización del retardo del modificador de fase obtenido con el valor de diferencia mínimo para la determinación del tiempo de propagación de la luz.
- 40
- 2.- Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado porque** el valor de comparación a la salida del comparador se utiliza simultáneamente para la regulación de los valores de amplitud, de forma que las influencias, tales como grado de reflexión, luz extraña y temperatura se compensan por la regulación de la señal (S15) a la salida del comparador (15) a un estado de cero por influencia de la potencia luminosa de la al menos una fuente de luz (12).
- 45
- 3.- Procedimiento según la reivindicación 1 ó 2, **caracterizado porque** como receptor (13) se utiliza un fotodiodo recubierto parcialmente, preferentemente en el borde (13b) de forma opaca a la luz.
- 4.- Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** las primeras señales luminosas y las segundas señales luminosas, que vienen igualmente de una segunda trayectoria luminosa, se conducen al receptor (13) a través de medios de desvío (25), que desvían las señales luminosas desviadas de forma que las señales luminosas inciden esencialmente en paralelo o con el mismo ángulo en el receptor (13).
- 50
- 5.- Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** la determinación del tiempo

de propagación de la luz se utiliza para la medición de la distancia.

6.- Dispositivo para la medición del tiempo de propagación de la luz, en particular para cámaras (10), con:

- un control de cadencia (11)

5 - al menos una fuente de luz (12) para el envío de una pluralidad de primeras señales luminosas cadenciadas por un control de cadencia (11) en al menos una trayectoria luminosa (14) a través de un objeto (O) reflectante a al menos un receptor (13) para la detección de un tiempo de propagación de la luz o cambio del tiempo de propagación de la luz de las primeras señales luminosas a consecuencia de la aproximación, presencia y/o retirada del objeto (O), en el que cada una de estas primeras señales luminosas se compone de periodos de activación A y B sucesivos en el tiempo,

10 - medios para la transmisión de una pluralidad de segundas señales luminosas cadenciadas por el control de cadencia (11) con la misma cadencia y que se sitúan en las pausas de pulso de las primeras señales luminosas, desde una fuente de luz de compensación (21) a través de una trayectoria conocida respecto a su distancia, en el que cada una de estas segundas señales luminosas se compone respectivamente de periodos de activación C y D sucesivos en el tiempo y las segundas señales luminosas se pueden desplazar temporalmente respecto a las primeras señales luminosas mediante un modificador de fase,

15 - un receptor (13) para la recepción de las primeras y las segundas señales luminosas,  
 - medios para la determinación de la señal de recepción, que resulta de las primeras y segundas señales luminosas, en el receptor (13),

20 - medios para la división de la señal de recepción (S13) en las zonas correspondientes a los periodos de activación A, B, C y D mediante una puerta lógica con la cadencia del control de cadencia (11),  
 - un comparador (15) para la comparación cadenciada de respectivamente una señal de recepción correspondiente a un periodo de activación B de las primeras señales luminosas con respectivamente una señal de recepción correspondiente a un periodo de activación D de las segundas señales luminosas, para la generación de un valor de comparación en la salida del comparador (15),

25 - al menos un regulador (18) que se utiliza para la regulación de los valores de amplitud de las primeras señales luminosas y/o de las segundas señales luminosas, de forma que los periodos de la señal de recepción correspondientes a los periodos de activación B y D son esencialmente iguales en su amplitud al menos en la entrada del comparador,

30 - medios para la detección cadenciada de una primera señal de alternancia de cadencia (TW) recibida en el receptor (13) durante un periodo de activación A, y una segunda señal de alternancia de cadencia (TW) recibida en el receptor durante un periodo de activación C, con una magnitud de los periodos de la señal de recepción correspondientes a los periodos de activación B y D, regulada esencialmente a la misma amplitud en la entrada del comparador (15),

35 - otro comparador (16) para la determinación de un valor de diferencia (S16) por comparación de la primera señal de alternancia de cadencia (TW) con la segunda señal de alternancia de cadencia según su amplitud,  
 - un modificador de fase (17) para el cambio del valor de diferencia (S16) mediante un cambio del retardo de fases entre las primeras y segundas señales luminosas hasta que el valor de diferencia (S16) se vuelve mínimo, preferentemente nulo,

40 - medios para la determinación del tiempo de propagación de la luz por utilización del retardo del modificador de fase obtenido con el valor de diferencia mínimo.

7.- Dispositivo según la reivindicación 6, **caracterizado porque** el receptor (13) es un fotodiodo recubierto parcialmente, preferentemente en el borde (13b) de forma opaca a la luz.

45 8.- Dispositivo según la reivindicación 6 ó 7, **caracterizado porque** están previstos medios de desvío (25) que conducen las primeras señales luminosas y las segundas señales luminosas, que vienen de una segunda trayectoria luminosa conocida según su distancia, al receptor (13) y que desvían las señales luminosas desviadas de forma que la señales luminosas inciden esencialmente en paralelo o con el mismo ángulo en el receptor (13).

9.- Dispositivo según una de las reivindicaciones 6 a 8, **caracterizado porque** la al menos una fuente de luz (12) y/o la fuente de luz de compensación (21) están formadas al menos parcialmente por LEDs.

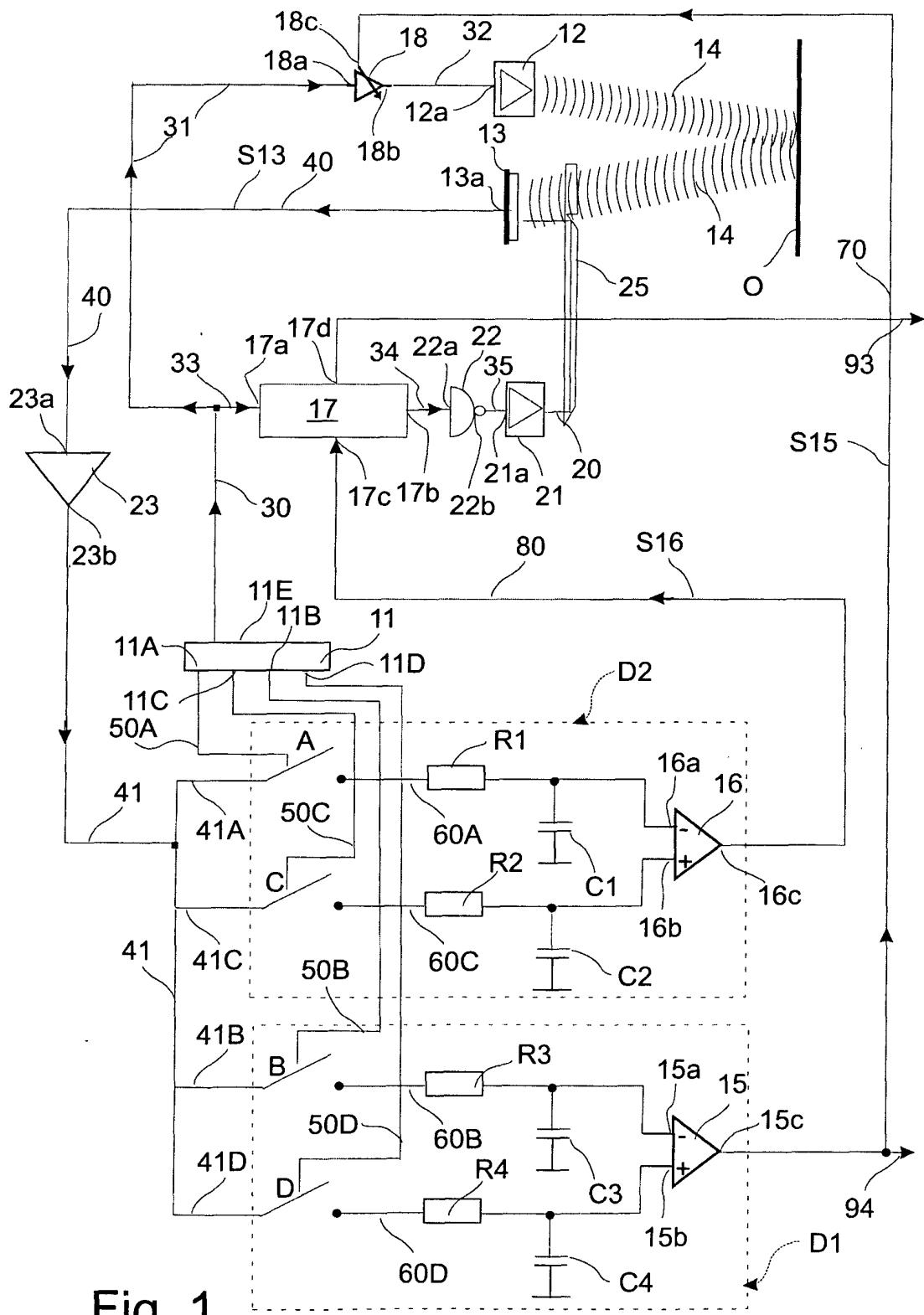


Fig. 1

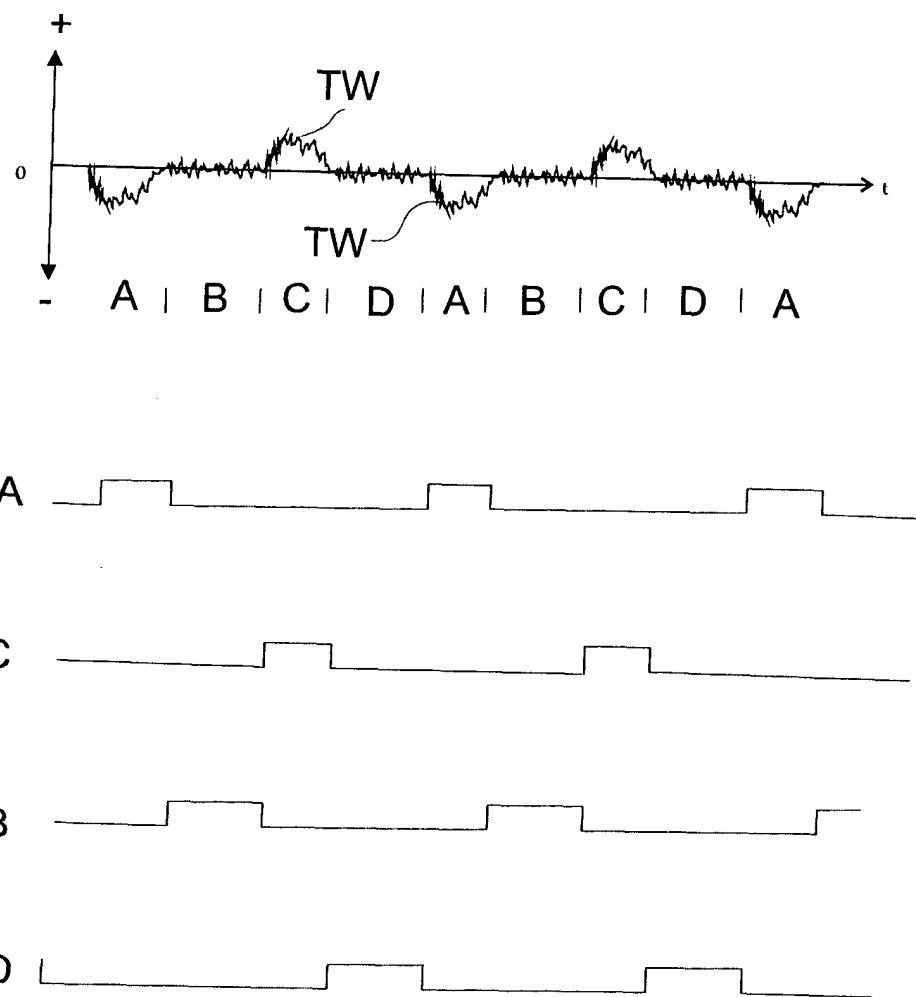


Fig. 2

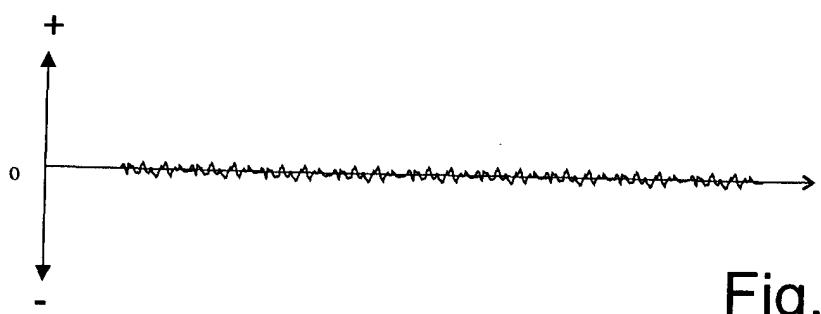


Fig. 3

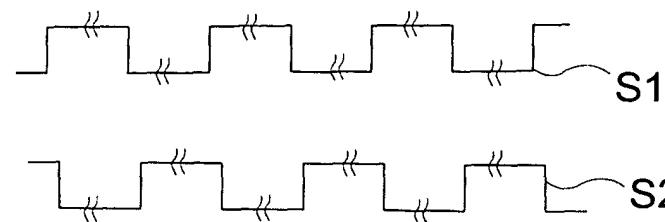


Fig. 4

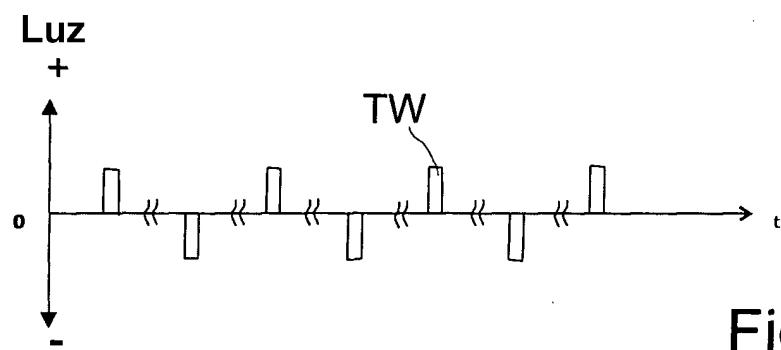


Fig. 5



Fig. 6

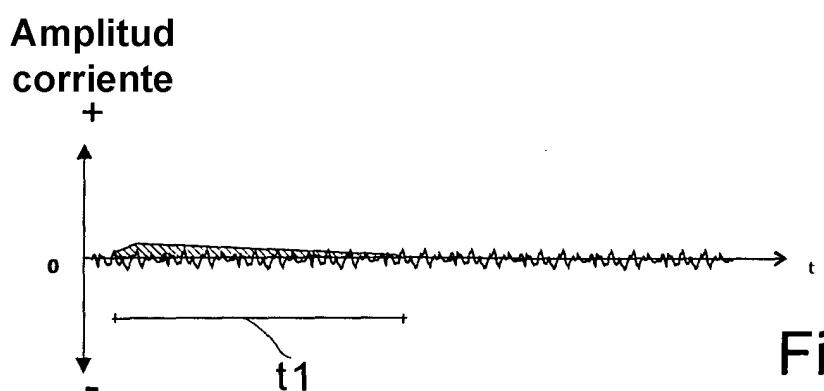


Fig. 7

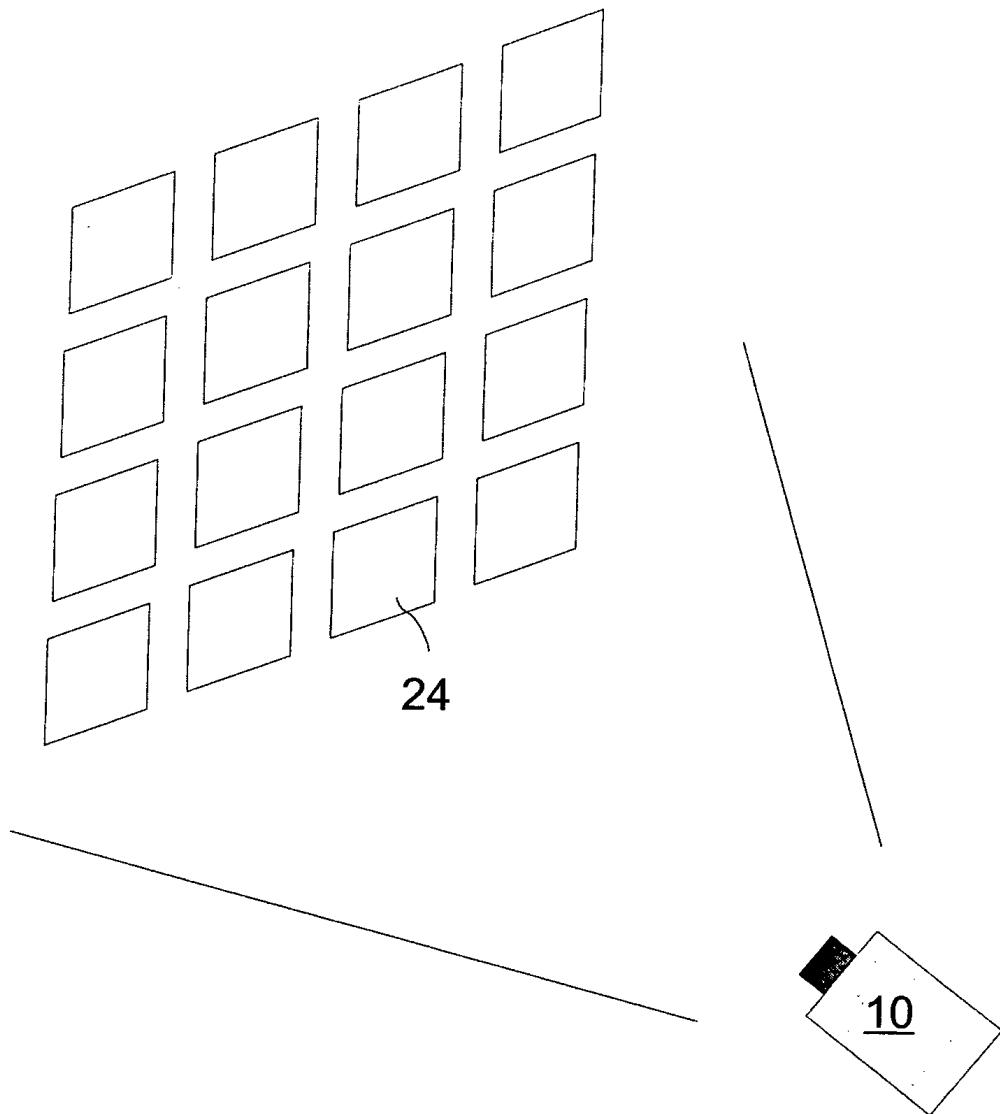


Fig. 8