

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 377 585**

51 Int. Cl.:

H03K 5/26 (2006.01)

G01S 7/48 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **08708853 .0**

96 Fecha de presentación: **11.02.2008**

97 Número de publicación de la solicitud: **2095507**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **02.09.2009**

54 Título: **Procedimiento de detección de pulsos láser por medio de una matriz de fotodetectores**

30 Prioridad:
13.02.2007 FR 0701027

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
29.03.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
29.03.2012

73 Titular/es:
THALES
45, RUE DE VILLIERS
92200 NEUILLY-SUR-SEINE, FR

72 Inventor/es:
PRENAT, Michel

74 Agente/Representante:
Carpintero López, Mario

ES 2 377 585 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

Procedimiento de detección de pulsos láser por medio de una matriz de fotodetectores.

El campo de la invención es el de la detección de pulsos láser por medio de una matriz de fotodetectores.

5 Se recuerda que una matriz de fotodetectores realiza una conversión de los fotones en electrones proporcionalmente a la iluminación recibida por cada fotodetector en su banda espectral de sensibilidad, y a continuación una integración de estas cargas en pozos de potencial y una lectura de estas cargas. Un registro de salida genera, después de la amplificación, una señal de salida que contiene las informaciones de luminancia de la matriz para cada uno de sus píxeles. Un ejemplo para un sistema de detección de pulsos láser se describe en el documento EP 0 871 041 A1.

10 La duración del pulso "dl" del láser de iluminación es del orden de 10 ns y la frecuencia de repetición típicamente está comprendida entre 10 y 20 Hz es decir un periodo comprendido entre 50 y 100 ms. La matriz tiene una duración de integración cercana a un milisegundo que puede variar por ejemplo entre un valor inferior a un milisegundo y varios milisegundos y un periodo entre dos integraciones sucesivas típicamente superior o igual a 10 ms, debiéndose esto al tiempo necesario para realizar la operación de lectura; su "factor de forma" de integración es
15 entonces del orden de 1/10. Las fases de integración deben estar, por lo tanto, sincronizadas con los momentos de llegada de estos pulsos. Se muestra necesario, por lo tanto, asociar a la matriz de detección un dispositivo de sincronización adecuado para activar la integración cuando un pulso llega a la matriz. Convencionalmente este dispositivo de sincronización comprende un sensor de pulsos auxiliar cuyo receptor está constantemente abierto y es lo suficientemente rápido para detectar pulsos cortos y determinar con precisión su momento de llegada. El
20 conocimiento del periodo de repetición de los pulsos permite entonces activar la integración de la matriz para los siguientes pulsos. De este modo, en la técnica anterior, la matriz es "esclava" del sensor de pulsos auxiliar, en el sentido de que depende totalmente de éste para la activación de la integración. Este proceso se ilustra mediante el esquema de la figura 1 en el que se representan, en función del tiempo:

- los pulsos láser emitidos en un periodo T_I ,
- 25 - los pulsos detectados por el sensor auxiliar en el mismo periodo T_I y,
- las fases de integración de la matriz activadas por el sensor auxiliar cuando un pulso es detectado para que la integración sea efectiva a partir del siguiente pulso.

Un ejemplo de sistema de detección conocido, adecuado para implementar este proceso, se describe en relación con la figura 2; éste comprende una matriz 3 de fotodetectores acoplada a un sensor auxiliar 6 mediante una unidad
30 de procesamiento 5.

Este sensor de pulsos rápido es, por ejemplo, un detector analógico de elemento único. El sensor 6 está situado generalmente aproximadamente en el foco de un objetivo óptico incluido en una lente 4', cuyo eje pasa por el centro del sensor, de modo que el objetivo óptico forma sobre el sensor una imagen del punto iluminado por los pulsos. El
35 convertidor 31 de la matriz 3 recibe también los fotones focalizados por otra lente 4 y convierte los fotones recibidos en electrones, proporcionalmente a la iluminación recibida por cada fotodetector. Estas cargas son integradas a continuación por un integrador 32 y a continuación son leídas y amplificadas por un lector-amplificador 33 que genera una señal de salida que contiene las informaciones de luminancia de la matriz. El sensor 6 está acoplado a una unidad de procesamiento 5 que, entre otras tareas, controla la matriz de detección 3 y, particularmente, la fase de integración. Más exactamente, el sensor 6 transmite los momentos de llegada de los pulsos detectados en el
40 procesador 53 de la unidad 5. Éste calcula los momentos de activación de la integración y los transmite a un generador 51 de órdenes de inicio de la integración. Éste envía las órdenes de activación al integrador 32 de la matriz 3.

El principio descrito anteriormente presenta un doble inconveniente:

- la complejidad y el coste, ya que son necesarios dos sensores para asegurar la función de detección,
- 45 - el rendimiento: en efecto, la matriz de detección es más sensible que el detector de elemento único de sincronización, ya que este elemento único tiene un campo muy grande, lo que hace al sistema no homogéneo y de rendimiento limitado por el sensor auxiliar.

La invención permite suprimir estos dos inconvenientes.

50 Más exactamente, la invención tiene por objeto un procedimiento de detección de pulsos láser de periodo de repetición T_I predeterminado y de duración dI , que presenta una fluctuación de amplitud t_j , siendo los pulsos emitidos por un emisor y detectados por medio de una matriz de fotodetectores, comprendiendo el procedimiento una etapa de integración de cargas en una duración t_i predeterminada y según un periodo T_m superior a un periodo mínimo T_{min} , con $t_i/T_{min} < 1$ y $dI < t_i$. Ésta se caracteriza principalmente por que la etapa de integración comprende una primera sub-etapa durante la cual T_m es el submúltiplo más pequeño de $T_I + t_i - t_j$ superior a T_{min} hasta la

detección de un primer pulso, una segunda sub-etapa con T_m igual a T_I' durante la detección de los siguientes pulsos llamada fase de seguimiento, con $T_I' = T_I \times (1 - VRc/c)$, donde VRc es la velocidad de acercamiento entre el emisor de los pulsos y la matriz, c la velocidad de la luz en el aire.

La detección de pulsos láser funciona de la siguiente forma secuencial

5 1: detección en el plano temporal de una señal que presenta las características temporales del código láser esperado, utilizando la matriz asociada a la unidad de procesamiento, sin recurrir a un sensor auxiliar; durante esta fase se utiliza un periodo de integración T_m específico.

10 2: confirmación de la detección de este primer pulso y detección de los pulsos láser siguientes. Se utiliza durante esta fase un periodo de integración T_I' ; éste es diferente del periodo T_I de los pulsos emitidos por el láser debido a la velocidad de acercamiento entre el emisor de los pulsos y la matriz.

Este procedimiento permite asegurar la detección de los pulsos láser sin recurrir a un sensor auxiliar. La matriz se convierte en un detector de pulsos autónomo.

15 La invención también tiene por objeto un procedimiento de localización de un blanco iluminado por pulsos láser de periodo de repetición T_I predeterminado y de duración d_l , siendo detectados los pulsos retro-reflejados por el blanco por medio de una matriz de fotodetectores, que comprende una etapa de integración de cargas según un periodo de integración T_m superior a un periodo mínimo T_{min} y en una duración de integración t_i predeterminada con $t_i/T_{min} < 1$ y $d_l < t_i$, caracterizado por que la etapa de integración comprende una primera sub-etapa durante la cual T_m es el submúltiplo más pequeño de $T_I + t_i - t_j$ superior a T_{min} hasta la detección del primer pulso, una segunda sub-etapa con T_m igual a T_I' durante la detección de los siguientes pulsos llamada fase de seguimiento, con $T_I' = T_I \times (1 - VRc/c)$, donde VRc es la velocidad de acercamiento entre el blanco y la matriz, c la velocidad de la luz en el aire.

20 Según una característica de la invención, siendo t_i la duración de integración durante la primera sub-etapa, y estando la velocidad VRc determinada con un error, la duración de integración durante la segunda sub-etapa es igual a $t_i + 2\delta t$, con $\delta t = t_j + (\epsilon_{VR}/c) \times TR + d_l$, donde ϵ_{VR} es un mayorante del valor absoluto del error en la velocidad VRc , y TR es un mayorante de la duración de la fase de seguimiento. En el caso de la alternativa que consiste en tomar $T_I' = T_I$, se tomará $\delta t = t_j + (VR_{max}/c) \times TR + d_l$, donde VR_{max} es un mayorante del valor absoluto de la velocidad VRc y TR es un mayorante de la duración de la fase de seguimiento.

Según una característica de la invención, t_j y/o VRc/c y/o δt son despreciables.

30 Eventualmente comprende además integraciones suplementarias intercaladas entre dichas integraciones, siendo el intervalo de tiempo entre dos integraciones superior o igual a T_{min} . Este permite particularmente detectar falsas alarmas debidas, por ejemplo, a un reflejo solar.

Al proporcionar la matriz de fotodetectores una señal de salida, la detección de un pulso comprende una etapa de comparación de dicha señal de salida con un umbral predeterminado.

35 La invención también se refiere a un procedimiento de designación de un blanco iluminado por pulsos láser de periodo T_I que comprende una etapa de localización de los pulsos retro-reflejados por el blanco por medio de una matriz de fotodetectores, según el procedimiento de localización anterior y una etapa de seguimiento del blanco a partir de una radiación no pulsada de dicho blanco.

40 Finalmente, la invención también tiene por objeto un sistema de detección de pulsos láser que comprende una matriz de fotodetectores que comprende un dispositivo de integración de cargas y una unidad de procesamiento acoplada a la matriz, caracterizado por que la unidad de procesamiento comprende medios de implementación del procedimiento de detección descrito.

La invención tiene por objeto, finalmente, un sistema de localización de un blanco que comprende una matriz de fotodetectores que comprende un dispositivo de integración de cargas y una unidad de procesamiento acoplada a la matriz, caracterizado por que la unidad de procesamiento comprende medios de implementación del procedimiento de localización.

45 Otras características y ventajas de la invención serán evidentes con la lectura de la siguiente descripción detallada, realizada como ejemplo no limitante y en referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

la figura 1, ya descrita, representa esquemáticamente las etapas de detección de pulsos láser según el estado de la técnica,

50 la figura 2, ya descrita, representa esquemáticamente los principales elementos de un ejemplo de dispositivo de detección de pulsos láser según el estado de la técnica,

las figuras 3 representan esquemáticamente las etapas de detección de pulsos láser según un ejemplo de realización de la invención: hasta la primera detección (figura 3a), a continuación las detecciones siguientes (figura 3b),

las figuras 4 ilustran los tiempos medios de adquisición de un primer pulso según la invención en un caso simplificado (figura 4a) y en un caso más realista (figura 4b),

la figura 5 representa esquemáticamente los principales elementos de un ejemplo de un sistema de detección de pulsos láser según la invención,

5 la figura 6 representa esquemáticamente un ejemplo de dispositivo de localización de pulsos láser retro-reflejados por un blanco.

De una figura a otra, los mismos elementos se indican mediante las mismas referencias.

En su aplicación principal, la invención se refiere a la detección en el plano temporal de una señal que presenta las características temporales del láser esperado, utilizando una matriz de fotodetectores acoplada a una unidad de procesamiento, pero sin recurrir a un sensor auxiliar. El aspecto espacial se gestiona según el estado de la técnica.

La detección de pulsos láser funciona de la siguiente forma secuencial:

1: detección en el plano temporal de una señal que presenta las características temporales del láser esperado, utilizando solamente la matriz asociada a la unidad de procesamiento,

15 2: confirmación de la detección de este primer pulso y detección de los siguientes pulsos láser también designada como fase de seguimiento.

En un primer momento se describe una realización con las siguientes características de detección elemental:

a - cuando un pulso láser está presente durante la duración de integración, su detección es segura, lo que se traduce en una probabilidad de detección $p_d = 1$,

20 b - si no hay pulso láser durante la duración de integración, no hay falsa detección, lo que se traduce en una probabilidad de falsa detección o falsa alarma $p_{fa} = 0$.

El problema para la detección del primer pulso se debe a que la matriz solamente puede integrar durante una fracción del tiempo igual a su factor de forma y que los momentos de llegada de los pulsos láser no se conocen.

Se recuerda que el periodo de los pulsos láser es conocido por el sistema de detección que comprende la matriz y la unidad de procesamiento asociada, y está comprendido por ejemplo entre 50 ms (20 Hz) y 100 ms (10 Hz).

25 Ahora bien, el periodo de los pulsos láser recibidos a nivel de la matriz, indicado como T_{lr} , es en general diferente del periodo T_I de los pulsos emitidos por el láser; estos están vinculados por la fórmula $T_{lr} = T_I \times (1 - VR/c)$ donde VR es la velocidad de acercamiento entre el emisor de los pulsos y la matriz (siendo VR positiva en caso de acercamiento), y c es la velocidad de la luz en el medio considerado. En general, VR es conocida por el sistema, con un cierto error. Se escribirá $VR = VR_c + \varepsilon_{VR}$, donde VR_c es la parte conocida (o medida) de VR y ε_{VR} es el error cometido en VR . De ello se deduce que $T_{lr} = T_I' + \varepsilon_{T_I}$, con $T_I' = T_I \times (1 - VR_c/c)$ y $\varepsilon_{T_I} = -T_I' \varepsilon_{VR} / c$.

Tomemos un ejemplo numérico para ilustrar estos valores:

sea $T_I = 100$ ms, $VR = 300$ m/s, medida con un error ε_{VR} de 75 m/s, es decir $VR_c = 225$ m/s. Entonces vemos que en este caso,

$T_{lr} = 100$ ms - 100 ns, $T_I' = 100$ ms - 75 ns y $\varepsilon_{T_I} = -25$ ns.

35 La matriz tiene típicamente un tiempo de integración t_i de 1 ms y un periodo superior a 10 ms (frecuencia inferior a 100 Hz). El "factor de forma" es, por lo tanto, típicamente inferior a 1/10. Es posible controlar los momentos de comienzo de cada fase de integración. Los pulsos presentan una fluctuación de ± 20 μ s por ejemplo alrededor de las posiciones nominales, es decir de las posiciones periódicas. La fluctuación es independiente de un pulso al siguiente y se supone distribuida uniformemente entre -20 y +20 μ s.

40 Según esta realización, la etapa 1 de detección del primer pulso, ilustrada en la figura 3a, se realiza en dos sub-etapas:

1a) Conociendo el periodo del láser T_I , se selecciona para el periodo de integración de la matriz T_m el submúltiplo más pequeño de $T_I + t_i - t_j$ superior a T_{min} , es decir:

$$T_m = (T_I + t_i) / E ((T_I + t_i - t_j) / T_{min})$$

45 t_i = duración de integración de la matriz

t_j = amplitud total de la fluctuación del láser

T_{min} = periodo de integración mínimo de la matriz

E = parte entera

En esta etapa, el error posible cometido en el conocimiento de TI es despreciado.

En nuestro ejemplo tenemos:

$$T_I = 75 \text{ ms}, t_i = 1 \text{ ms}, t_j = 40 \text{ } \mu\text{s}, T_{\min} = 10 \text{ ms}.$$

5 Se obtiene a continuación:

$$T_m = 75,96 / E(75,06/10) = 75,96/7 = 10,8514 \text{ ms}$$

Con los órdenes de magnitud que corresponden a la realidad del problema, esta elección garantiza que T_m no es un submúltiplo de T_I . En el caso contrario, habría un riesgo importante de que no hubiera nunca detección: este riesgo sería del orden del 90% para un factor de forma de integración del 10%.

10 1b) Se hace funcionar a la matriz hasta la primera detección.

Un cálculo aproximado indica que el tiempo necesario para alcanzar la primera detección está distribuido de forma prácticamente uniforme entre 0 y $t_{\max} = T_I \times T_m / t_i$. Nos remitiremos a la figura 4a que representa la probabilidad de detección de un primer pulso en función del tiempo.

15 En nuestro ejemplo, este tiempo está prácticamente comprendido entre 0 y 814 ms, con una media de 407 ms. En la práctica, se obtiene una distribución prácticamente uniforme con un valor máximo de 890 ms y un valor medio de 420 ms.

Esta distribución no es del todo uniforme y la ligera diferencia entre el cálculo aproximado y el resultado práctico proviene de la conjunción de dos fenómenos aleatorios:

- 20 - La "fase" del primer pulso láser, es decir su momento de llegada con respecto a un momento cualquiera tomado como origen del tiempo y como comienzo de la primera integración por la matriz.
- La fluctuación, cuyas características se han descrito anteriormente.

Estos fenómenos aleatorios tienen consecuencias sobre la segunda etapa de confirmación y detección de los siguientes pulsos como muestra la figura 3b.

25 El paso en detección de los siguientes pulsos de la etapa 2 también denominada fase de seguimiento, se basa en que el periodo de los pulsos láser T_I es conocido. Es preciso, sin embargo, tener en cuenta el fenómeno de fluctuación, la variación de T_I debida al acercamiento entre el emisor de los pulsos y la matriz y el error posible sobre el conocimiento de esta variación, así como el hecho de que el primer pulso detectado puede encontrarse en uno de los extremos de la duración de integración.

30 Sea t_0 el momento de comienzo de integración del primer pulso detectado y t_{i0} la duración de esta integración, denominada t_i hasta ahora. Sean I_1, I_2, \dots, I_n los momentos de comienzo de integración siguientes. I_1 se deduce de I_0 mediante un desfase igual a $T_I' - \delta t$, donde $T_I' = T_I (1 - VR/c)$, siendo entonces la duración de integración igual a $t_{i0} + 2\delta t$; a continuación los otros momentos de comienzo de integración (I_2, \dots, I_n) se deducen de I_1 con un desfase de $T_I', 2T_I', \dots, (n-1) T_I'$, siendo las duraciones de integración t_{in} iguales a $t_{i0} + 2n\delta t$. Puede decirse de forma equivalente que los medios de las duraciones de integración $n^\circ 1, 2, \dots, n$, están desfasados del medio de la duración de integración $n^\circ 0$ (durante la cual se produce la primera detección) respectivamente $T_I', 2T_I', \dots, nT_I'$. Esto se ilustra mediante la figura 3b que presenta, además, fases de integración suplementarias que se explicarán un poco más adelante.

35 Para tener en cuenta los fenómenos mencionados anteriormente (fluctuación, error en T_I' , detección del primer pulso al borde de la duración de integración), se toma por ejemplo $\delta t = t_j + (\epsilon_{VR} / c) TR + dI$, donde ϵ_{VR} es un mayorante del valor absoluto del error cometido en la velocidad de desplazamiento entre el emisor de los pulsos y la matriz, c es la velocidad de la luz en el aire y TR es un mayorante de la duración de la fase de seguimiento. En la práctica, δt es pequeño frente a t_i .

Una alternativa, utilizable en el caso en el que el sistema no dispone de medición de VR, consiste en tomar

$$T_I' = T_I \text{ y } \delta t = t_j + (VR_{\max}/c)TR + dI$$

45 donde VR_{\max} es un mayorante del valor absoluto de la velocidad de desplazamiento entre el emisor de los pulsos y la matriz.

En este caso, como $p_d = 1$, la detección de los siguientes pulsos (es decir consecutivos al primero) es segura; No se puede hablar propiamente de confirmación, ya que con cada nueva integración, el pulso láser es detectado.

Como se ha indicado anteriormente, esta realización supone que $p_d = 1$ y $p_{fa} = 0$. En la realidad, la sensibilidad de la matriz es lo suficientemente buena para aproximarse a estos valores, pero es necesario que:

$p_d = 1 - \varepsilon_{pd}$ donde ε_{pd} sea pequeño frente a 1 y

p_{fa} no sea nulo, sino pequeño frente a 1.

5 En lo que respecta al hecho de que $p_d = 1 - \varepsilon_{pd}$, la etapa 1 de detección del primer pulso no ha sido modificada; en efecto, si el primer pulso detectable no es detectado, el sistema no se da cuenta de ello y continuará con el mismo periodo de repetición T_m hasta que otro pulso esté de nuevo en posición de ser detectado, lo que se producirá después de una duración igual a $t_{max} = T_I \times T_m / t_i$ (814 ms en el ejemplo).

10 Una probabilidad de falsa alarma no nula conduce a distinguir dos casos para la etapa 2 de confirmación y de detección de los siguientes pulsos.

- Si la primera detección anterior (entre 10 y $10+t_i$) es una falsa alarma, es muy probable que no sea confirmada durante la integración t_{i1} del supuesto segundo pulso, que comienza en I_1 . La confirmación se basa, por ejemplo, en la comparación de los niveles de luminancia en un umbral mínimo. Es preciso entonces retomar la búsqueda de detección allí donde estaba, es decir retomando exactamente el periodo T_m y el tiempo de integración t_i , lo que está justificado por que I_1 no ha modificado en absoluto el ajuste de fases del proceso de búsqueda. El efecto sobre el tiempo de adquisición es muy reducido: resulta aumentado en T_I' .

15 - En caso contrario, es muy probable que la detección del segundo pulso se confirme en I_1+t_{i1} y el proceso de detección de los siguientes pulsos pueda continuar. Se supone que ésta no es una falsa alarma y se ordena la integración siguiente con una diferencia de tiempo igual a T_I para confirmar la primera detección.

20 Esto tiene un efecto doble: la probabilidad de falsa alarma se encuentra elevada al cuadrado, por lo tanto se vuelve en la práctica casi nula, y el tiempo de adquisición se encuentra aumentado en T_I' . Si fuera necesario, este proceso puede repetirse.

25 La densidad de probabilidad de los tiempos de adquisición se encuentra entonces modificada sensiblemente como ilustra la figura 4b.

Como p_d está próximo a 1 ($p_d = 1 - \varepsilon_{pd}$), la probabilidad P_d de haber detectado un primer pulso a 2 t_{max} , es igual a:

$p_d + p_d(1 - p_d)$, es decir $P_d = 1 - \varepsilon_{pd}^2$ que vale, por lo tanto, casi 1.

30 Con dicha distribución, el tiempo medio de adquisición se encuentra aumentado una cantidad igual a $t_{max} \times \varepsilon_{pd}$, por lo tanto muy débilmente (sigue siendo muy poco superior a $t_{max}/2$), pero el tiempo máximo de adquisición se encuentra multiplicado por 2. En la realidad, el tiempo de adquisición puede aumentar más, si dos pulsos seguidos en posición de ser detectados no son detectados, lo que se produce con una probabilidad igual a ε_{pd}^2 .

Este razonamiento se generaliza en el caso en el que p_{fa} no está muy próximo a 0 y en el que p_d no está muy próximo a 1.

35 Si p_{fa} no está muy próximo a 0, la ausencia de confirmación puede tener lugar más tarde en la fase llamada "de seguimiento"; siguiendo la misma lógica que se ha descrito anteriormente, se observa que el tiempo de adquisición aumentará en $k \times T_I'$ en lugar de T_I' , siendo k el número de falsas alarmas sucesivas.

40 Si p_d no está muy próximo a 1, entonces como se ha indicado anteriormente, la probabilidad para que dos pulsos consecutivos en posición de ser detectados no sean detectados, que es igual a ε_{pd}^2 , ya no es despreciable y el tiempo máximo de adquisición es igual a $p \times t_{max}$, donde p es el número de tentativas sucesivas de detección necesarias para obtener un resultado positivo, para pulsos que están en posición de ser detectados.

45 En esta fase de confirmación / seguimiento, un caso particular de falsa alarma puede deberse a la presencia de un fenómeno persistente y muy luminoso, como por ejemplo un reflejo solar, que la matriz no sabe distinguir de un pulso de corta duración. Es posible entonces intercalar entre las integraciones anteriores otras fases de integración que, si conducen a detectar una señal fuerte, indicarán la presencia de una señal persistente, por lo tanto de una falsa alarma.

A continuación se describirán los principales elementos de un sistema de detección de pulsos láser según la invención, remitiéndonos a la figura 5.

50 El convertidor 31 de la matriz 3 recibe los fotones focalizados por la lente 4 y convierte los fotones recibidos en electrones, proporcionalmente a la iluminación recibida por cada fotodetector. Estas cargas son integradas a continuación por un integrador 32 y a continuación leídas y amplificadas por un lector-amplificador 33 que genera una señal de salida que contiene las informaciones de luminancia de la matriz.

- Esta señal es transmitida también a la unidad de procesamiento 5 a la que está acoplada la matriz 3: es transmitida a un comparador 52 que transmite una señal al procesador 53 si esta señal es superior a un umbral de luminancia, lo que permite particularmente confirmar una detección. El procesador calcula el periodo de integración del integrador 32 (T_m para la etapa 1 y a continuación T_1' para la etapa 2) y los momentos I_0 , I_1 , I_n de comienzo de integración así como las duraciones de integración (t_i y a continuación $t_i + 2\delta t$) y comunica estas informaciones al generador 51 de las órdenes de integración. Esto genera las órdenes de activación y de fin de la integración y las envía al integrador 32 de la matriz.
- Esta matriz es, por ejemplo, una matriz de silicio o de InGaAs, sensible a una radiación con longitudes de onda posibles de los pulsos láser.
- Este procedimiento de detección se aplica a la localización de un blanco iluminado por pulsos láser de periodo conocido y de corta duración.
- Un sistema de localización de un blanco descrito en relación con la figura 6, está equipado típicamente con un dispositivo de localización sensible a los pulsos láser retro-reflejados por el blanco.
- La localización utiliza convencionalmente un cálculo de desviación que determina la desviación angular entre el eje de su línea de mira y la dirección del blanco iluminado por el láser de un emisor asociado. La dirección de este blanco se señala a partir de su posición en el plano de imagen de un detector 3.
- La desviación se obtiene mediante una unidad de procesamiento 5, cuyo procesador 53 calcula la desviación angular a partir del eje de mira y de las coordenadas proporcionadas por el detector 3. Se habla entonces de localización espacial.
- El detector 3 comprende típicamente una matriz de fotodetectores (o píxeles) situada en el plano focal de un objetivo de focalización incluido en la lente 4, de modo que el objetivo forme en el detector una imagen T de la mancha iluminada en el blanco. Los fotodetectores de la matriz de detección son sensibles en la banda de longitud de onda de los pulsos láser emitidos, por ejemplo $1,06 \mu\text{m}$; el material utilizado habitualmente para esta longitud de onda es silicio.
- La desviación angular se calcula a partir de las coordenadas del centro de la imagen T de la mancha cuyos píxeles se señalan en posición vertical y en posición horizontal respectivamente en los ejes de simetría de la matriz.
- El dispositivo de localización comprende habitualmente un dispositivo de sincronización provisto de un sensor tal como un detector de elemento único descrito en relación con la figura 2, adecuado para sincronizar la activación de las fases de integración de la matriz de localización con los momentos de llegada de los pulsos a la matriz.
- Según la invención, esta sincronización es asegurada por la matriz asociada, au vez, a la unidad de procesamiento, según un procedimiento de localización según el procedimiento descrito anteriormente, lo que hace al sensor superfluo. Este sensor es sustituido por este procedimiento implementado por la unidad de procesamiento.
- Este procedimiento de localización se aplica a un blanco iluminado por pulsos láser de periodo de repetición T_I predeterminado y de duración d_I , siendo los pulsos retro-reflejados por el blanco detectados por medio de una matriz de fotodetectores; éste comprende una etapa de integración de cargas según un periodo de integración T_m superior a un periodo mínimo T_{min} y en una duración de integración t_i predeterminada con $t_i/T_{\text{min}} < 1$ y $d_I < t_i$. La etapa de integración comprende una primera sub-etapa durante la cual T_m es el submúltiplo más pequeño de $T_I + t_i - t_j$ superior a T_{min} hasta la detección del primer pulso, una segunda sub-etapa con T_m igual a T_1' durante la detección de los siguientes pulsos llamada fase de seguimiento, con $T_1' = T_I \times (1 - V_{Rc}/c)$, donde V_{Rc} es la velocidad de acercamiento entre el blanco y la matriz, c la velocidad de la luz en el aire.
- Este procedimiento de localización puede utilizarse en un procedimiento de designación de un blanco iluminado por pulsos láser de periodo de repetición T_I . Este procedimiento comprende, además de esta etapa de localización, una etapa de seguimiento del blanco a partir de una radiación no pulsada de dicho blanco.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de detección de pulsos láser de periodo de repetición T_I predeterminado y de duración d_I , que presentan una fluctuación de amplitud t_j , siendo los pulsos emitidos por un emisor y detectados por medio de una matriz de fotodetectores, comprendiendo el procedimiento una etapa de integración de cargas en una duración t_i predeterminada y según un periodo T_m superior a un periodo mínimo T_{min} , con $t_i/T_{min} < 1$ y $d_I < t_i$, **caracterizado porque** la etapa de integración comprende una primera sub-etapa durante la cual T_m es el submúltiplo más pequeño de $T_I + t_i - t_j$ superior a T_{min} hasta la detección de un primer pulso, una segunda sub-etapa con T_m igual a T_I' durante la detección de los siguientes pulsos llamada fase de seguimiento, con $T_I' = T_I \times (1 - VRc/c)$, donde VRc es la velocidad de acercamiento entre el emisor de los pulsos y la matriz, c la velocidad de la luz en el aire.
2. Procedimiento de localización de un blanco iluminado por pulsos láser de periodo de repetición T_I predeterminado y de duración d_I , que presentan una fluctuación de amplitud t_j , siendo los pulsos retro-reflejados por el blanco detectados por medio de una matriz de fotodetectores, que comprende una etapa de integración de cargas según un periodo de integración T_m superior a un periodo mínimo T_{min} y en una duración de integración t_i predeterminada con $t_i/T_{min} < 1$ y $d_I < t_i$, **caracterizado porque** la etapa de integración comprende una primera sub-etapa durante la cual T_m es el submúltiplo más pequeño de $T_I + t_i - t_j$ superior a T_{min} hasta la detección del primer pulso, una segunda sub-etapa con T_m igual a T_I' durante la detección de los siguientes pulsos llamada fase de seguimiento, con $T_I' = T_I \times (1 - VRc/c)$, donde VRc es la velocidad de acercamiento entre el blanco y la matriz, c la velocidad de la luz en el aire.
3. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** VRc/c es despreciable.
4. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** siendo t_i la duración de integración durante la primera sub-etapa, y estando la velocidad VRc determinada con un error, la duración de integración durante la segunda sub-etapa es igual a $t_i + 2\delta t$, con $\delta t = t_j + (\varepsilon_{VR} / c) \times TR + d_I$, donde ε_{VR} es un mayorante del valor absoluto del error en la velocidad VRc , y TR es un mayorante de la duración de la fase de seguimiento.
5. Procedimiento según la reivindicación anterior, **caracterizado porque** siendo t_i la duración de integración durante la primera sub-etapa, la duración de integración durante la segunda sub-etapa es igual a $t_i + 2\delta t$, con $\delta t = t_j + (VR_{max} / c) \times TR + d_I$, donde VR_{max} es un mayorante del valor absoluto de la velocidad VRc y TR es un mayorante de la duración de la fase de seguimiento.
6. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** t_j es despreciable.
7. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** δt es despreciable.
8. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** comprende además integraciones suplementarias intercaladas entre dichas integraciones, siendo el intervalo de tiempo entre dos integraciones superior o igual a T_{min} .
9. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque**, proporcionando la matriz de fotodetectores una señal de salida, la detección de un pulso comprende una etapa de comparación de dicha señal de salida con un umbral predeterminado.
10. Procedimiento de designación de un blanco iluminado por pulsos láser de periodo T_I que comprende una etapa de localización de los pulsos retro-reflejados por el blanco por medio de una matriz de fotodetectores, según una de las reivindicaciones 2 a 9 y una etapa de seguimiento del blanco a partir de una radiación no pulsada de dicho blanco.
11. Sistema de detección de pulsos láser que comprende una matriz (3) de fotodetectores que comprende un dispositivo (32) de integración de cargas y una unidad de procesamiento (5) acoplada a la matriz, **caracterizado porque** la unidad de procesamiento comprende medios de implementación del procedimiento de detección según la reivindicación 1 en solitario o en combinación con una de las reivindicaciones 3 a 9.
12. Sistema de localización de un blanco que comprende una matriz (3) de fotodetectores que comprende un dispositivo (32) de integración de cargas y una unidad de procesamiento (5) acoplada a la matriz, **caracterizado porque** la unidad de procesamiento comprende medios de implementación del procedimiento de localización según una de las reivindicaciones 2 a 9.

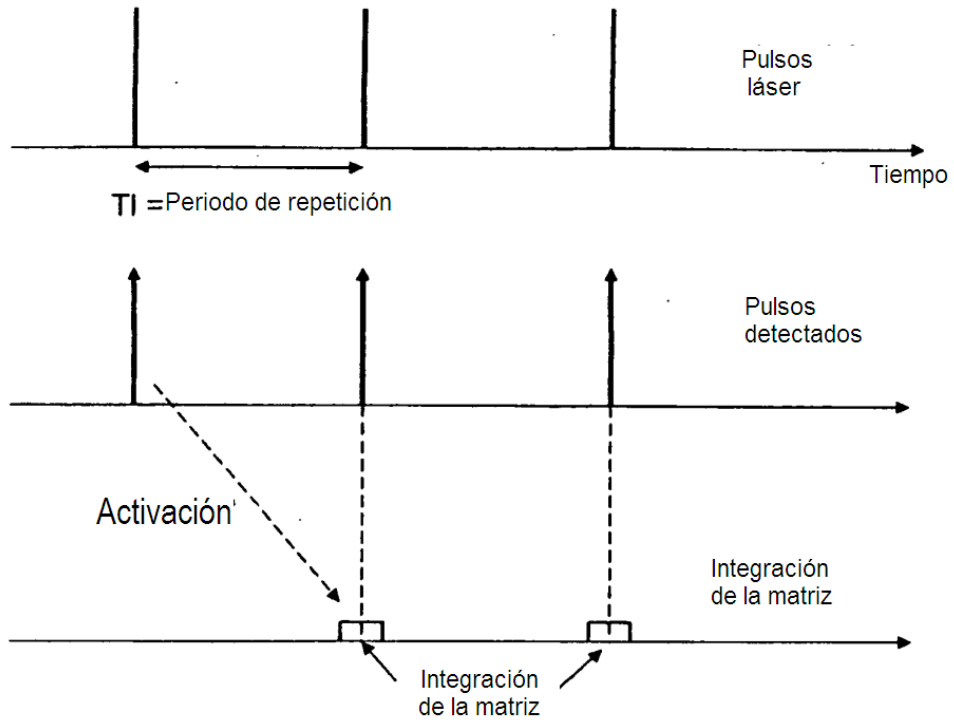


FIG.1

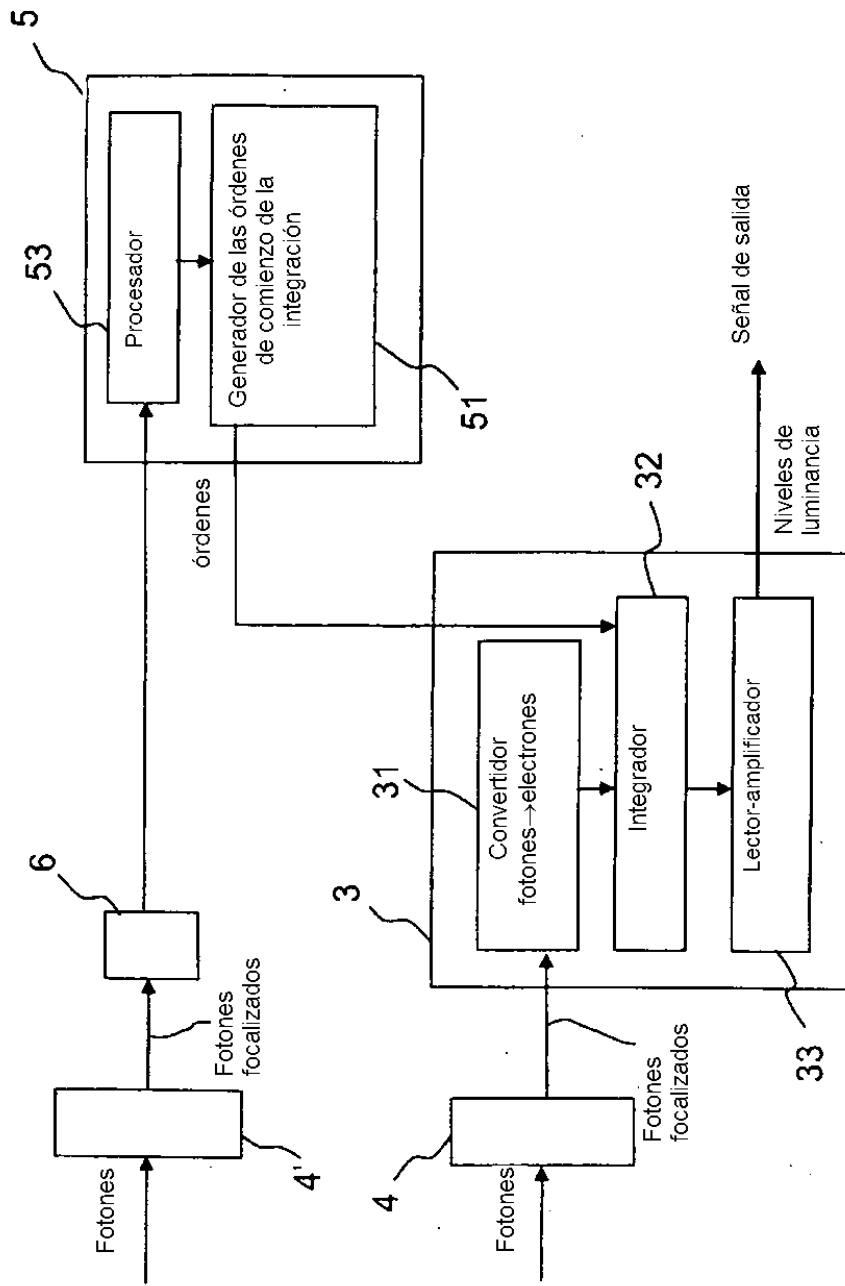


FIG.2

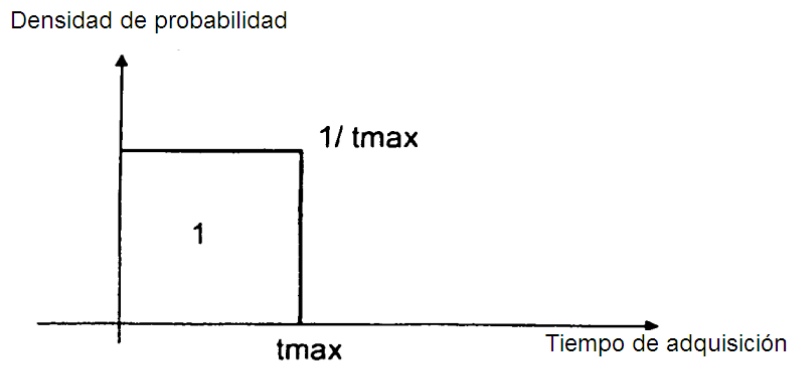


FIG.4a

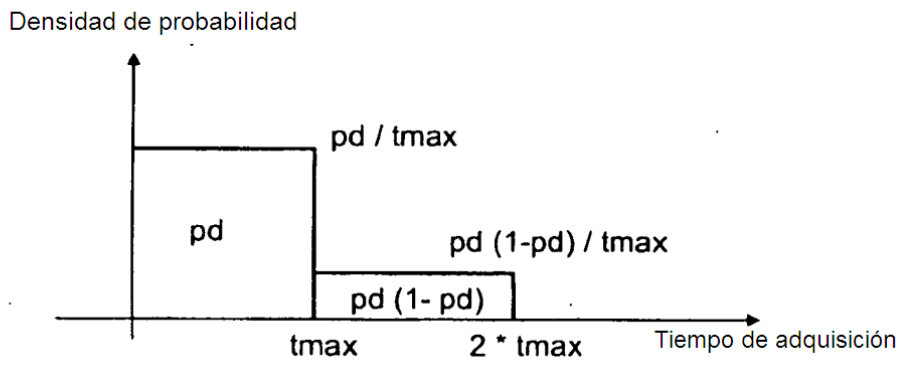


FIG.4b

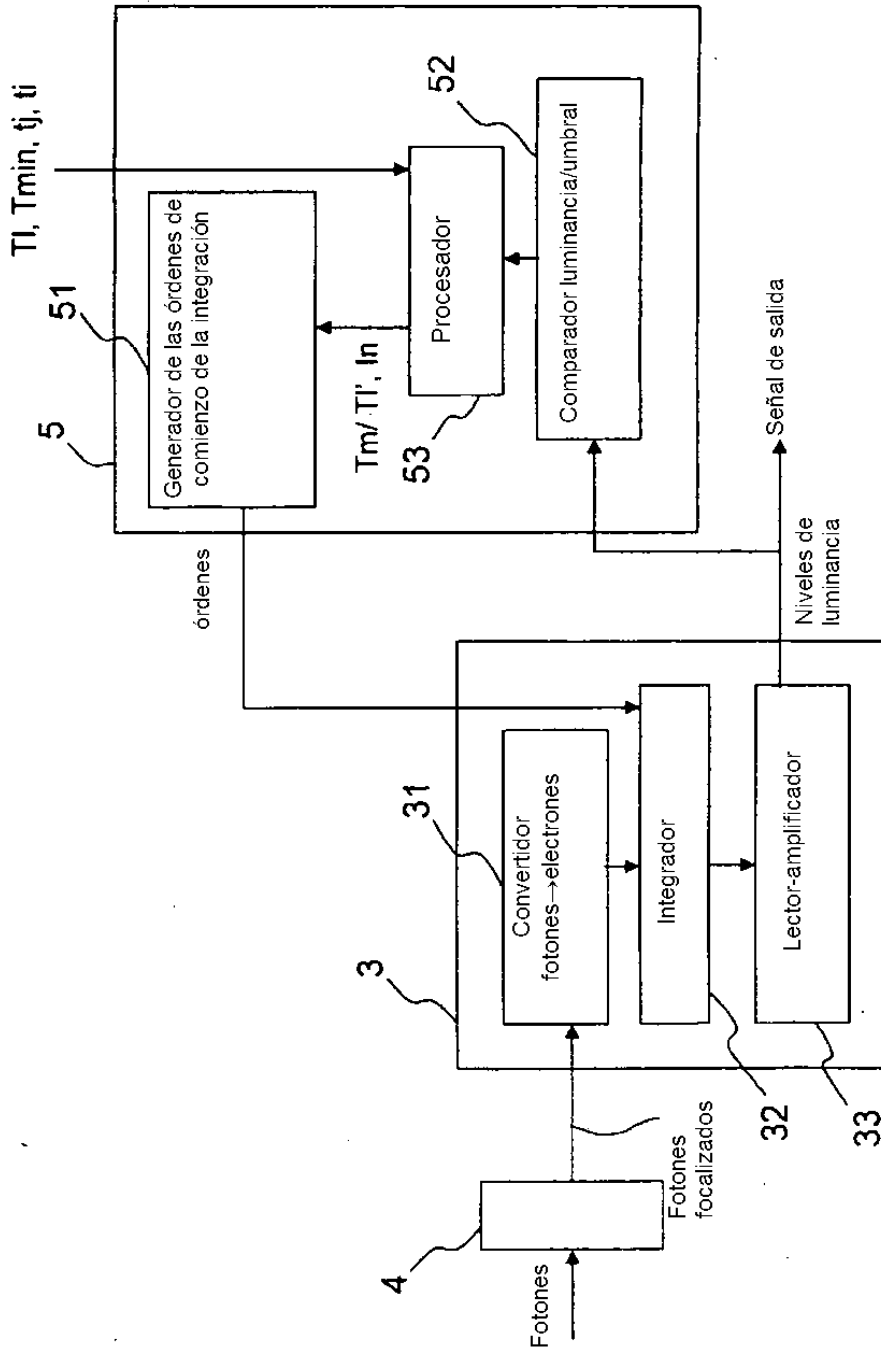


FIG.5

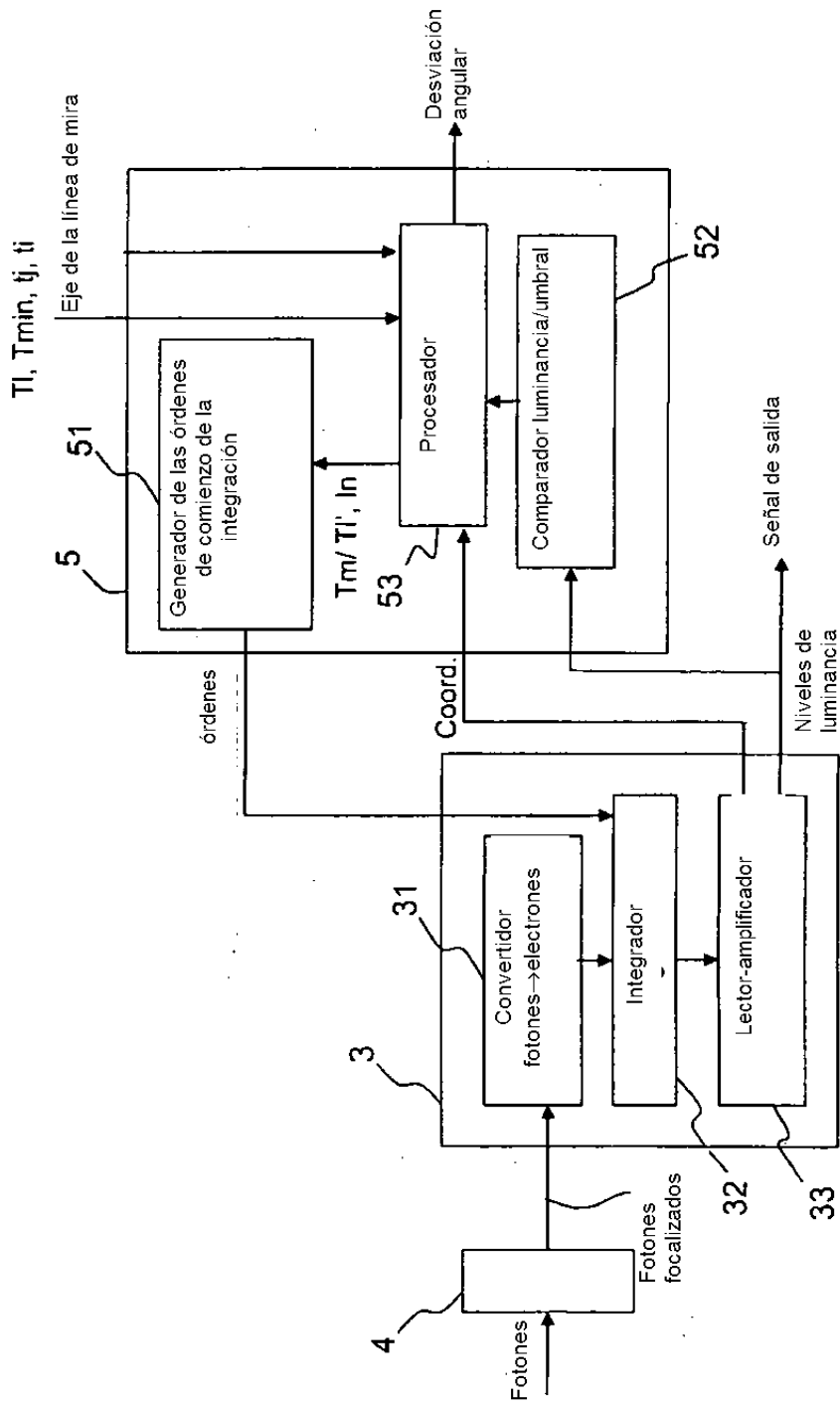


FIG.6