

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 640 731**

51 Int. Cl.:

F41G 7/22 (2006.01)

G01S 3/784 (2006.01)

G01S 7/486 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **04.07.2013 PCT/IL2013/050571**

87 Fecha y número de publicación internacional: **09.01.2014 WO14006623**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **04.07.2013 E 13812666 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **21.06.2017 EP 2870492**

54 Título: **Buscador láser de baja energía**

30 Prioridad:

04.07.2012 IL 22075812

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

06.11.2017

73 Titular/es:

**ISRAEL AEROSPACE INDUSTRIES LTD. (100.0%)
Ben Gurion International Airport
70100 Lod, IL**

72 Inventor/es:

**KARAZI, URI;
LEVY, BENJAMIN y
HEYMANN, VALERY**

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 640 731 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

Buscador láser de baja energía

Campo de la invención

5 La presente invención se refiere al campo del guiado de una plataforma a un blanco con la ayuda de una señal de láser.

Antecedentes de la invención

10 El señalamiento de blancos usando puntos de láser es una técnica ampliamente conocida debido a la alta precisión del dispositivo de láser señalador y el coste relativamente bajo de la cabeza teledirigida (o buscador). Por ejemplo, el buscador puede montarse en una plataforma de interceptación, tal como un misil, y utilizar la energía reflejada por un blanco iluminado, para generar órdenes de orientación y teledirigir la plataforma de interceptación hacia un blanco (tal como un vehículo móvil).

15 Como se ilustra esquemáticamente en la **figura 1**, de acuerdo con técnicas conocidas de guiado por puntos de láser, un señalador **1** láser rastrea constantemente el blanco **3** y lo ilumina con un haz láser de puntos pulsado **4**. La **figura 1** ilustra también una plataforma **5** de interceptación (en este caso un misil) que emplea un buscador con un sensor láser. La superficie del sensor se divide a menudo en cuatro sectores iguales (no mostrados en la **figura 1**) y asociados a un filtro espectral que transfiere la energía reflejada por el blanco iluminado, así como una cierta parte de ruido (que proviene, por ejemplo, de la luz solar). La energía recibida en cada uno de los sectores del sensor se convierte en la intensidad de señal correspondiente. Las diferencias entre las intensidades de señal en los sectores respectivos se usan para calcular la dirección hacia el blanco (línea de visión - LOS **6**) y/o el cambio de la tasa de LOS de dirección. La LOS y/o la tasa de LOS calculadas sirven para orientar el misil para teledirigirse hacia el blanco **3**.

20 A continuación, se enumeran las referencias publicadas consideradas relevantes como antecedentes del objeto desvelado en la presente invención. El reconocimiento de las referencias en el presente documento no debe inferirse en el sentido de que estas son de alguna manera relevantes para la patentabilidad del objeto desvelado en la presente invención.

25 La patente de Estados Unidos n.º 6043867 desvela un interceptor equipado con una unidad de rastreo de blancos que incluye un rastreador de infrarrojos pasivo capaz de detectar la radiación infrarroja (IR) emitida desde un blanco en vuelo y, en respuesta a la radiación IR detectada, generar una sucesión de señales de línea de visión (LOS) y/o tasas de LOS que se almacenan en una base de datos. Propio estado significa la capacidad de proporcionar una sucesión de datos del propio estado del interceptor. Un telémetro electromagnético incluye un conjunto de transmisor para transmitir radiaciones pulsadas y un conjunto de receptor para recibir las reflexiones que sobrepasan un umbral de detección ajustable. El telémetro electromagnético está configurado para operar en un primer umbral de detección para recibir reflexiones de magnitud relativamente baja, y almacenar las reflexiones en la base de datos. Un módulo de detección de reflexiones de blancos que comunica con la base de datos, para detectar reflexiones de blancos de entre los almacenados en la base de datos de reflexiones. Un estimador incluye un estimador de blancos basado en intervalos para calcular estimaciones de estado de blanco basándose en las reflexiones de blanco detectadas, las mediciones de LOS y los datos de propio estado, facilitando de este modo una orientación temprana del interceptor para teledirigir debidamente dicho interceptor hacia el blanco.

30 La patente de Estados Unidos n.º 8054451 desvela un sistema que incluye un señalador láser configurado para señalar de manera continua un blanco con un punto de láser pulsado. El sistema incluye un sensor y un sistema de procesamiento asociado configurados para recibir una reflexión del punto de láser, convertir la energía recibida en una pluralidad de señales, procesar las señales para detectar las señales reflejadas verdaderas y procesar las señales reflejadas verdaderas para generar una acción relacionada con el blanco. El sensor y el procesador asociado están configurados para detectar las señales verdaderas a pesar de una relación de señal/ruido baja inherente de menos de 4 de las señales recibidas debido a la baja potencia de pulso del señalador láser y la distancia al blanco.

Descripción general

35 De acuerdo con un aspecto del objeto desvelado en la presente invención, se proporciona un procedimiento de detección de una señal reflejada por un blanco señalado por un punto de láser de pulsos de acuerdo con la reivindicación 1. De acuerdo con ciertas realizaciones, el procedimiento comprende además: antes de realizar la suma, insertar el valor asignado a una celda i respectiva en una fila de una matriz que comprende K filas, comprendiendo cada fila los valores de un PRI respectivo; y realizar la suma como una suma de una celda i respectiva en K filas generando de este modo un vector de suma.

40 De acuerdo con ciertas realizaciones en las que la señal se recibe por un sensor láser de 4 cuadrantes, cada cuadrante asociado con un canal de procesamiento respectivo, en el que el muestreo y la asignación se realizan para cada uno de los 4 cuadrantes, el procedimiento comprende además: realizar una OR lógica en cada (iésimo)

valor respectivo en cada uno de los 4 canales de procesamiento, obteniendo de este modo un valor consolidado de los 4 canales de procesamiento y realizar dicha suma con el valor consolidado.

5 De acuerdo con ciertas realizaciones en las que la señal se recibe por un sensor láser de 4 cuadrantes, cada cuadrante asociado con un canal de procesamiento respectivo, en el que el muestreo y la asignación se realizan para cada uno de los 4 cuadrantes, el procedimiento comprende además: sumar los valores de las muestras respectivas recibidas en al menos cada par de cuadrantes adyacentes, generando de este modo 4 canales de procesamiento intermedios; realizar la asignación en los 4 canales de procesamiento intermedios; y realizar una operación OR lógica en cada (^{iésimo}) valor respectivo en cada uno de los 4 canales de procesamiento y los 4 canales de procesamiento intermedios, obteniendo de este modo un valor consolidado de los 8 canales de procesamiento.

10 De acuerdo con ciertas realizaciones, el procedimiento comprende además: añadir una pluralidad de muestras en cada lado del área generando de este modo una ventana de rastreo; e identificar al menos una muestra verdadera final dentro de la ventana de rastreo, representando la al menos una muestra verdadera final la energía del punto de láser reflejada por el blanco.

15 De acuerdo con otro aspecto del objeto desvelado en la presente invención se proporciona un buscador láser operativo para detectar una señal reflejada por un blanco señalado por un láser de pulsos de acuerdo con la reivindicación 10. De acuerdo con ciertas realizaciones, la unidad de procesamiento en el buscador láser puede operarse adicionalmente, antes de realizar la suma, para insertar el valor asignado en una fila de una matriz que comprende K filas, comprendiendo cada fila los valores de un PRI respectivo; y realizar la suma como una suma de una celda *i* respectiva en K filas generando de este modo un vector de suma.

20 De acuerdo con ciertas realizaciones en las que el sensor es un sensor láser de 4 cuadrantes, cada cuadrante asociado con un canal de procesamiento respectivo, comprendiendo cada canal de procesamiento un muestreador que puede operarse para muestrear una señal recibida por un cuadrante respectivo, la asignación se realiza para cada uno de los 4 canales de procesamiento, la unidad de procesamiento puede operarse además para realizar una OR lógica en cada (^{iésimo}) valor respectivo en cada uno de los 4 canales de procesamiento, obteniendo de este modo un valor consolidado de los 4 canales de procesamiento y la suma de los valores consolidados.

25 De acuerdo con ciertas realizaciones, K es de entre 2 a 20.

De acuerdo con cierta realización, el punto de láser de pulsos se caracteriza por una frecuencia de entre 10 a 25 pulsos por segundo y una potencia de entre 10 a 45 milijulios.

30 De acuerdo con ciertas realizaciones, el muestreo está configurado para operar a una frecuencia de muestreo de entre 50 a 200 megahercios.

De acuerdo con ciertas realizaciones, un reloj asociado con un señalador láser, que señala el punto de láser de pulsos, no está sincronizado con el reloj de precisión en el buscador.

De acuerdo con ciertas realizaciones, el buscador láser está integrado en un sistema láser, comprendiendo el sistema láser, además, un señalador láser que puede operarse para señalar el punto de láser pulsado.

35 De acuerdo con otro aspecto de la presente invención, se proporciona un dispositivo de almacenamiento de programas de acuerdo con la reivindicación 20.

Breve descripción de los dibujos

Con el fin de comprender la invención y para ver cómo puede ponerse en práctica, ahora se describirán las realizaciones, a modo de ejemplo no limitante, con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

40 la **figura 1** es una ilustración esquemática que muestra un escenario típico de interceptación de un vehículo usando la técnica de apuntamiento por láser;

la **figura 2** es un diagrama de bloques funcional que ilustra esquemáticamente una unidad de buscador láser, de acuerdo con el objeto desvelado en la presente invención;

45 la **figura 3** es un diagrama de flujo que muestra las operaciones que se realizan durante el procedimiento de detección de blancos, de acuerdo con el objeto desvelado en la presente invención;

la **figura 4** es un diagrama de bloques funcional que ilustra esquemáticamente un sensor y una unidad de procesamiento asociada, de acuerdo con el objeto desvelado en la presente invención;

la **figura 5** es un diagrama de flujo que muestra las operaciones que se realizan durante el procedimiento de detección de blancos, de acuerdo con el objeto desvelado en la presente invención;

50 la **figura 6a** muestra un ejemplo, a pequeña escala, de una matriz binaria, de acuerdo con el objeto desvelado en la presente invención;

la **figura 6b** muestra un vector de suma, de acuerdo con el objeto desvelado en la presente invención;

la **figura 6c** muestra ejemplos no limitantes de posibles filtros que pueden usarse de acuerdo con el objeto desvelado en la presente invención;

55 la **figura 7** es un diagrama de flujo que ilustra un ejemplo de operaciones realizadas durante un procedimiento de

filtrado, de acuerdo con el objeto desvelado en la presente invención;

la **figura 8** es un diagrama de flujo que muestra las operaciones que se realizan durante un procedimiento de rastreo de blancos, de acuerdo con el objeto desvelado en la presente invención; y

5 la **figura 9** es un diagrama de flujo que ilustra la operación realizada en un procedimiento de protección, de acuerdo con el objeto desvelado en la presente invención.

Descripción detallada de las realizaciones

10 En los dibujos y las descripciones expuestas, los números de referencia idénticos indican aquellos componentes que son comunes a las diferentes realizaciones o configuraciones. A menos que se indique específicamente lo contrario, como se desprende de las siguientes explicaciones, se aprecia que a lo largo de la memoria descriptiva, las explicaciones que utilizan términos tales como “recibir”, “realizar”, “identificar”, “seleccionar”, “localizar”, “insertar”, “añadir”, “sumar” o similares, incluyen acciones y/o procedimientos de un ordenador que manipulan y/o transforman datos en otros datos, estando dichos datos representados como cantidades físicas, por ejemplo, como cantidades electrónicas, y/o representando dichos datos los objetos físicos.

15 Se aprecia que ciertas características del objeto desvelado en la presente invención, que se describen, para mayor claridad, en el contexto de realizaciones separadas, también pueden proporcionarse en combinación en una única realización. Por el contrario, diversas características del objeto desvelado en la presente invención que se describen, para mayor claridad, en el contexto de una única realización, también pueden proporcionarse por separado o en cualquier subcombinación adecuada.

20 En las realizaciones del objeto desvelado en la presente invención, pueden ejecutarse menos, más/o diferentes etapas que las mostradas en las **figuras 3, 5, 7, 8 y 9**. En realizaciones del objeto desvelado en la presente invención, una o más etapas ilustradas en las **figuras 3, 5, 7, 8 y 9** pueden ejecutarse en un orden diferente y/o uno o más grupos de etapas pueden ejecutarse simultáneamente. Las **figuras 2 y 4** ilustran diagramas esquemáticos de la arquitectura del sistema de acuerdo con una realización del objeto desvelado en la presente invención. Los elementos en las **figuras 2 y 4** pueden centralizarse en una localización o dispersarse en más de una localización. En diferentes ejemplos del objeto desvelado en la presente invención, el sistema puede comprender menos, más y/o diferentes elementos que los mostrados en las **figuras 2 y 4**. La invención no está limitada por la arquitectura específica representada en las **figuras 2 y 4**; una funcionalidad equivalente y/o modificada puede consolidarse o dividirse de otra manera y puede implementarse en cualquier combinación adecuada de software, firmware y hardware.

30 Como se describe a continuación el buscador láser desvelado en el presente documento comprende o está asociado de otro modo con al menos un procesador que puede operarse para ejecutar las operaciones relacionadas que se describen en el presente documento. El término “procesador” debe interpretarse ampliamente para cubrir cualquier tipo de dispositivo electrónico con capacidades de procesamiento de datos, incluyendo, a modo de ejemplo no limitante, un sistema informático, un procesador digital de señal (DSP), un microcontrolador, una matriz de puertas programables en campo (FPGA), un circuito integrado de aplicación específica (ASIC), etc., o cualquier otro dispositivo informático electrónico adecuado, y o cualquier combinación de los mismos.

35 Además, cabe señalar que el término “criterio”, tal como se usa en el presente documento, debe interpretarse ampliamente para incluir cualquier criterio compuesto, incluyendo, por ejemplo, varios criterios y/o sus combinaciones lógicas.

40 Teniendo en cuenta lo anterior, la descripción vuelve ahora a la **figura 1**. De acuerdo con un escenario (aunque no exclusivo), el señalador **1** láser transmite pulsos a una frecuencia de 10-20 Hz, facilitando el muestreo de la energía reflejada por un blanco señalado con fines de teledirección. La longitud de onda que se usa puede ser por ejemplo de 1064 nanómetros. Cada pulso es estrecho (15-20 nanosegundos) y tiene, en general, una energía de 80 a 120 milijulios. Se usa energía de entre 80 y 120 milijulios con el fin de garantizar que se recibirá una relación de señal a ruido suficiente en el sensor y que permitirá discriminar entre las señales verdaderas, reflejadas por el blanco, y el ruido ambiental (tal como la luz solar) con un nivel suficiente de certeza. La energía recibida por el sensor se convierte en corriente/tensión eléctrica, dependiendo también de la sensibilidad del sensor. Esta potencia de salida del láser permite que el misil interceptador procese la señal así discriminada con un alcance suficiente desde el blanco, proporcionando una relación de señal a ruido (habitualmente de entre 6 a 10), que es suficiente, por ejemplo, para generar órdenes de orientación para el misil de interceptación con el fin de lograr una teledirección precisa sobre el blanco 3.

45 Las técnicas dirigidas al procesamiento de la energía reflejada de un haz láser para teledirigir una plataforma hacia su blanco adolecen de una serie de desventajas. Por ejemplo, las técnicas existentes que dependen de un haz láser de alta energía requieren señaladores láser que generen un haz reflejado con una energía de alrededor de 80 a 120 milijulios, que se caracterizan por un precio relativamente alto. Además, tales señaladores láser también se caracterizan por unas dimensiones físicas relativamente grandes, así como un peso relativamente alto que impiden la posibilidad de que una persona, tal como un soldado de infantería, lleve señaladores láser portátiles, o instalarlos en un vehículo (por ejemplo, un vehículo terrestre/aéreo no tripulado).

Una posible solución a las deficiencias anteriores es el uso de señaladores láser de baja energía que se caracterizan por dimensiones más pequeñas y menor peso, así como costes más bajos. Entre los señaladores láser que están disponibles en la actualidad, están los señaladores láser de baja energía que operan con energía de aproximadamente 10 a 45 milijulios. Tales señaladores láser también pueden proporcionar una frecuencia de pulso de 10 a 25 Hz (también denominada "pulso por segundo" (PPS)), en un tiempo de 15 a 20 nanosegundos, similar al señalador de alta energía descrito anteriormente. Tales señaladores láser pueden transportarse por una plataforma que está limitada por su capacidad para transportar carga pesada, por ejemplo un soldado de infantería o una plataforma volante de bajo peso (por ejemplo, UAV).

Sin embargo, debido a la baja potencia del haz láser, y aún más debido al hecho de que en los escenarios de guiado por láser habituales, en la fase de interceptación inicial, la plataforma de interceptación está relativamente lejos del blanco señalado, la energía que se refleja por el blanco señalado y se recibe por el sensor es inherentemente de baja intensidad. Como la relación de señal a ruido es naturalmente baja, esto puede crear numerosas falsas alarmas, indicando cada una, aparentemente, la existencia de un valor de señal, aunque en realidad sea un ruido que tiene un nivel de energía que es muy próximo al del valor de señal bajo. La energía reflejada puede, por lo tanto, ser insuficiente para permitir que los buscadores conocidos en la técnica discriminen adecuadamente entre señal y ruido con el fin de calcular el error angular y la tasa de error angular y, por lo tanto, no pueden usarse para teledirigir con precisión una plataforma a su blanco señalado.

La patente de Estados Unidos n.º 8054451 desvela una técnica para el procesamiento de energía reflejada que se dirige para trabajar con un haz láser de baja potencia. Sin embargo, esta técnica se basa en señaladores láser que trabajan a una frecuencia de pulsos alta, del orden de 5000 Hz, y por lo tanto no es adecuado para operar con un señalador láser con una frecuencia de pulsos más baja, tal como por ejemplo de 10 a 25 Hz.

En consecuencia, el objeto desvelado en la presente invención incluye, entre otras cosas, un buscador láser que puede operarse para recibir la energía reflejada de un haz láser generado por un señalador láser de baja potencia, para generar señales eléctricas a partir de la energía recibida y utilizar las señales eléctricas para guiar una plataforma a su blanco señalado. El objeto desvelado en la presente invención ofrece una solución que permite discriminar entre señales láser verdaderas (es decir, reflejadas por un blanco) y ruido, incluso cuando la relación de señal a ruido es baja (por ejemplo, inferior a 3). En consecuencia, entre una de sus ventajas, el objeto desvelado en la presente invención permite usar un señalador láser de baja potencia que opera a aproximadamente 10 a 25 milijulios y lograr un rendimiento similar en intervalos y condiciones similares a un señalador láser de 80 a 120 milijulios.

Volviendo a la **figura 2**, esta muestra un diagrama de bloques funcional que ilustra esquemáticamente una unidad de buscador láser, de acuerdo con el objeto desvelado en la presente invención. El buscador **200** láser comprende un cabezal **105** de sensor que está dividido en cuatro sectores (cuadrantes), indicados por **Q1**, **Q2**, **Q3** y **Q4**, estando cada sector asociado con un canal de procesamiento individual. El cabezal **105** de sensor está configurado para recibir la reflexión entrante de luz, incluyendo la señal láser reflejada y el ruido. La energía recibida, en cada canal, se transmite en primer lugar a un preamplificador **107₍₁₋₄₎** respectivo y, a continuación, a un amplificador **109₍₁₋₄₎** de ganancia variable respectivo. El preamplificador **107₍₁₋₄₎** y el amplificador **109₍₁₋₄₎** de ganancia variable pueden operarse para amplificar o atenuar la intensidad de las señales recibidas con el fin de mantener la intensidad de la señal dentro de un intervalo requerido. El procesador **120** se conecta a través de un DAC **113** a cada amplificador **109₍₁₋₄₎** de ganancia variable, en un bucle de retroalimentación, con el fin de facilitar el control de ganancia automático (ACG) de la señal recibida. Las señales entrantes analógicas en cada uno de los 4 canales se transmiten a un muestreador **111₍₁₋₄₎** A/D correspondiente, que está asociado con un reloj y configurado para muestrear las señales a una tasa predefinida (por ejemplo, muestreador A/D de 10 bits). A continuación, las muestras de señales digitales se envían a la unidad **120** de procesamiento que está configurada, entre otras cosas, para ejecutar un procedimiento de detección de blancos y un procedimiento de rastreo de blancos como se explica a continuación con más detalle. La unidad **120** de procesamiento puede incluir, por ejemplo, componentes de una matriz de puertas programables en campo (FPGA), un generador de reloj y puede asociarse con una memoria **121** informática.

La **figura 3** es un diagrama de flujo general que ilustra las operaciones que se realizan durante los procedimientos de detección y de rastreo de blancos, de acuerdo con el objeto desvelado en la presente invención. En el bloque **301**, la energía reflejada por un blanco junto con el ruido ambiente se recibe en el cabezal **105** de sensor. Cada uno de los cuatro cuadrantes del cabezal de sensor recibe una cierta cantidad de energía.

En el bloque **303**, para cada uno de los intervalos de repetición de pulsos (PRI) de la señal entrante en cada cuadrante, una pluralidad de muestras se muestrean por un muestreador **111** de un canal de procesamiento respectivo. El PRI es el intervalo de tiempo que transcurre de un pulso al siguiente. Los valores muestreados se reenvían a la unidad **120** de procesamiento, donde se ejecuta el procedimiento de detección de señales verdaderas y el procedimiento de rastreo de blancos.

Como se describe en más detalle a continuación, a cada muestra (o una combinación de las mismas) se le asigna un valor, basándose en un criterio predefinido relacionado con la intensidad de la muestra (bloque **305**). Por ejemplo, pueden usarse dos valores donde a cada muestra (o una combinación de las mismas) se le asigna un primer valor o un segundo valor, basándose en un criterio predefinido relacionado con la intensidad de la muestra. Se asigna un

valor a cada ^{iésima} muestra (o una combinación de muestras) en un PRI recibido por cada uno de los 4 cuadrantes, obteniendo de este modo al menos 4 valores asignados para cada pulso.

5 Solo a modo de ejemplo, y como se explica en más detalle a continuación con referencia a la **figura 5**, puede facilitarse una matriz con el fin de realizar el procedimiento de detección desvelado en el presente documento. Por ejemplo, cada uno de los valores asignados a cada muestra (o combinación de una o más muestras) en un PRI determinado, puede insertarse en una celda *i* respectiva en una fila de una matriz. Una operación OR lógica puede realizarse sobre los valores asignados a las muestras recibidas en cada uno de los 4 cuadrantes. En el caso de que haya al menos un valor que sea indicativo de una intensidad de una muestra (o combinación de una o más muestras) por encima del umbral, este valor se inserta en la celda respectiva de la matriz. De esta manera un pulso que se recibe en (al menos) 4 canales se consolida en una sola celda de la matriz.

10 La matriz puede comprender K filas, comprendiendo cada fila los valores asignados a las muestras (o combinación de muestras) respectivas de un PRI. Sin embargo, debe tenerse en cuenta que el uso de una matriz con este fin, así como el tipo de matriz y sus características específicas, se describen simplemente a modo de ejemplo y no deben considerarse limitantes. Por ejemplo, en lugar de una matriz, cada valor que se asigna a una muestra (o combinación de las mismas) respectiva puede identificarse mediante un número de índice o marca de tiempo correspondiente.

15 En el bloque **307**, se suman los (^{iésimo}) valores asignados respectivos en K intervalos de repetición de pulsos, generando de este modo un vector de suma. Por ejemplo, en el caso de que se facilite una matriz para almacenar los valores asignados en sus respectivas celdas de matriz, puede realizarse la suma de una celda *i* respectiva en K filas, generando de este modo un vector de suma.

20 Como se explica en más detalle a continuación, para cada vector de suma se realiza un procedimiento de filtrado con el fin de identificar uno o más conjuntos candidatos dentro del vector de suma (bloque **309**). Los conjuntos candidatos representan las áreas dentro del vector de suma que son potencialmente indicativas de muestras dentro de un PRI que representan partes de señal verdaderas reflejadas por el blanco.

25 Una vez que se han procesado las muestras de un número (K) predefinido de los PRI y se han identificado uno o más conjuntos candidatos respectivos, se selecciona un conjunto candidato final de entre los conjuntos candidatos (bloque **313**). Se espera que el conjunto candidato final represente un intervalo de índices dentro del vector de suma que incluya partes de señal verdaderas de una señal láser reflejada por un blanco iluminado.

30 El conjunto candidato final está localizado (por ejemplo alineado) dentro de un PRI entrante con el fin de localizar una región dentro del PRI que comprenda partes de señal verdaderas (muestras) y generar una ventana de rastreo respectiva (bloque **315**). La ventana de rastreo define un área restringida dentro de la señal en la que se espera encontrar la reflexión de la señal láser verdadera y permite concentrar el procedimiento de detección en esta área.

35 En el bloque **317**, se identifica al menos una muestra verdadera final dentro de la ventana de rastreo. Las muestras verdaderas finales son un grupo de muestras consecutivas de la señal láser que se han generado por la energía reflejada por el blanco iluminado. De entre las muestras verdaderas finales se identifica una muestra verdadera final.

Una vez que se identifica la localización de al menos una muestra verdadera final dentro del PRI, la plataforma de interceptación puede guiarse hacia el blanco basándose en la distribución de la intensidad de señal en al menos los 4 canales (bloque **319**). A continuación se describe una descripción más detallada de las operaciones realizadas durante el procedimiento de detección y de rastreo.

40 La **figura 4** es un diagrama de bloques funcional que ilustra esquemáticamente un sensor y una unidad de procesamiento asociada, de acuerdo con el objeto desvelado en la presente invención. Para mayor claridad, en la siguiente descripción, las operaciones de las **figuras 5, 7, 8 y 9** se describen con referencia a los elementos ilustrados en la **figura 4**. Sin embargo, debe entenderse que los elementos funcionales específicos que se ilustran en la **figura 4** son simplemente ejemplos no limitantes y pueden usarse más, menos o diferentes elementos en lugar o además de estos elementos. Además, los expertos en la materia deben apreciar que algunas de las características técnicas específicas del señalador y el buscador láser que se describen en el presente documento representan simplemente ejemplos no limitantes y las variaciones de estas características pertenecen al ámbito de las enseñanzas desveladas en el presente documento.

45 Como se ha mencionado anteriormente, un buscador **200** se instala en una plataforma de interceptación (por ejemplo, el misil **5**) e incluye un cabezal **105** de sensor que está dividida en cuatro sectores (cuadrantes), señalados **Q1** a **Q4**, respectivamente. Cada sector está asociado con un canal de procesamiento distinto que constituye una parte de un sistema de procesamiento. Por simplicidad, solo se elabora el canal **A** de procesamiento asociado con el sector **Q1**. Los otros sectores **Q2** a **Q4** están asociados con los canales **B** a **D** de procesamiento, que son canales de procesamiento sustancialmente idénticos al canal **A**. Todos los 4 canales de procesamiento operan sustancialmente al mismo tiempo.

55 El buscador **200** comprende además la unidad **120** de procesamiento que está asociada con uno o más procesadores y una memoria **121** de ordenador. La unidad **120** de procesamiento puede comprender una unidad

410 de detección de blancos que puede operarse para procesar las muestras de señal entrantes e identificar las muestras que representan las partes de señal verdaderas de la energía láser reflejada por un blanco. La unidad **120** de procesamiento puede comprender además una unidad **420** de rastreo de blancos que puede operarse para rastrear un blanco que se ha detectado por la unidad **410** de detección de blancos y facilitar el guiado de la plataforma de interceptación hacia el blanco. A continuación, se proporciona una descripción más detallada del funcionamiento de los diferentes componentes de la unidad **120** de procesamiento.

En general, después de haber determinado la localización de las partes de señal verdaderas dentro del PRI, la intensidad de la señal en la localización así determinada en al menos cada uno de los cuatro canales se compara con el fin de calcular el error entre las LOS verdaderas hacia el blanco y la dirección del buscador, y obtener la dirección de LOS y/o las tasas de dirección de LOS hacia el blanco, lo que facilita el guiado adecuado de la plataforma de interceptación hacia el blanco. La dirección de LOS y/o las tasas de dirección de LOS son ejemplos de datos relacionados con LOS.

Obsérvese que, a diferencia de otros tipos de sensores que con el fin de compensar una baja relación de señal a ruido se dividen en pequeños compartimentos (es decir, matriz de sensores) cada uno con un ángulo de recepción limitada, cada uno de los cuatro cuadrantes en un sensor de cuatro cuadrantes proporciona un gran ángulo de detección y, en consecuencia, el gran ángulo de detección es más susceptible de recibir ruido además de señales verdaderas.

Volviendo a la **figura 5**, se muestra un diagrama de flujo de operaciones que se realizan durante el procedimiento de detección de blancos, de acuerdo con el objeto desvelado en la presente invención. La **figura 5** ilustra un ejemplo en el que unos valores binarios se asignan y se insertan horizontalmente en las filas de una matriz binaria. Como se ha afirmado anteriormente, esto es simplemente un ejemplo no limitante y otras variaciones de este enfoque se encuentran dentro del ámbito del objeto desvelado en la presente invención. Dichas variaciones incluyen, por ejemplo, otras estructuras de datos que pueden usarse en lugar de una matriz. Además, pueden usarse otros valores no binarios en lugar de valores binarios, y los valores asignados también pueden insertarse verticalmente, en lugar de horizontalmente, en una tabla correspondiente.

En el bloque **501**, la energía reflejada por el blanco (en respuesta al punto luminoso del pulso señalador) se recibe por el sensor junto con la energía que se ha originado a partir del ruido ambiente (tal como la luz solar) y se convierte en una señal que se alimenta al muestreador **111** controlado por el reloj **405**. Debe observarse que de acuerdo con el objeto desvelado en la presente invención, el reloj **405** no está necesariamente sincronizado con el reloj del señalador láser y, por lo tanto, el señalador láser y el buscador pueden operar independientemente uno de otro.

En el bloque **503** las señales reflejadas recibidas por cada uno de los cuatro cuadrantes (Q1 a Q4) del cabezal **105** de sensor se muestrean por un muestreador **111** respectivo, que puede operarse para muestrear M muestras para cada intervalo de frecuencia de pulsos (PRI), donde las M muestras pueden indexarse secuencialmente. Suponiendo, por ejemplo, que la frecuencia de pulsos del señalador láser es de 20 PPS con un PRI respectivo de 50 milisegundos y el muestreador **111** está operando a una frecuencia de muestreo de 100 MHz, el muestreador **111** muestrea 5 millones de muestras ($M = 5$ Mega) por cada PRI, extendiéndose cada muestra aproximadamente 10 nanosegundos. Un ancho de pulso de aproximadamente 10-25 nanosegundos que se genera por el señalador láser puede expandirse (por el preamplificador **107** y el amplificador **109** de ganancia variable) a aproximadamente 80 nanosegundos y, por lo tanto, cada señal verdadera (pulso de láser reflejado) se extiende a aproximadamente 80 nanosegundos que corresponden a aproximadamente 8 muestras. Como se ha mencionado anteriormente, de acuerdo con el objeto desvelado en la presente invención, el reloj que controla la operación del muestreador **111** no está necesariamente sincronizado con el reloj que controla la generación de pulsos en el señalador láser y, por lo tanto, no se sabe por adelantado en qué momento de los 50 milisegundos de cada PRI caerán las partes de señal verdaderas (muestras de la energía generada por el pulso de designación estrecho y reflejada por el blanco) (o en otras palabras, dónde en los 5 millones de muestras de cada PRI caen las 8 muestras pertinentes). Por lo tanto, a la luz de una posible baja relación de señal a ruido, la estrecha anchura del pulso y la incertidumbre con respecto a la localización de la localización de señal verdadera dentro de un PRI respectivo, la tarea de identificar las partes de señal verdaderas dentro de cada PRI plantea un desafío sustancial.

Opcionalmente, con el fin de reducir el número de muestras y aumentar la intensidad de la energía en cada muestra, pueden sumarse muestras consecutivas. En consecuencia, en el bloque **504**, para cada M muestras de cada PRI, se realizan sumas horizontales de grupos de n muestras consecutivas, obteniendo de este modo I valores sumados, correspondiendo cada valor a una suma de n muestras. Por ejemplo, los 5 millones de muestras mencionadas anteriormente, pueden reducirse a 1 millón de valores sumados por la suma horizontal de cada 5 muestras consecutivas en un valor sumado. Como alternativa, los 5 millones de muestras pueden reducirse a 1 millón de valores sumados por la suma horizontal de cada 10 muestras consecutivas, solapándose las 5 últimas muestras en una suma con las 5 primeras muestras de la siguiente suma. El módulo **407** de suma horizontal de cada canal de procesamiento de A a D puede operarse para realizar una suma horizontal de las muestras recibidas por el cuadrante respectivo como se describe con referencia al bloque **504**.

En el bloque **505** cada uno de los I valores sumados está asociado con un valor respectivo basado en un criterio

predefinido. Por ejemplo, el criterio puede ser un valor umbral predefinido. Cada uno de los valores sumados se compara con el valor umbral y en caso de que la intensidad de la energía representada por el valor sumado supere el valor umbral, el valor sumado se asocia con un valor que indica que el valor sumado representa candidatos de señales verdaderas. Los candidatos de señales verdaderas representan potencialmente una parte de señal verdadera (que comprende una o más muestras) de la energía láser real reflejada por el blanco. De lo contrario, el valor sumado se asocia con otro valor que indica que el valor sumado representa ruido. Por ejemplo, los candidatos de señales verdaderas pueden asignarse con un valor de 1 y el ruido puede asignarse con un valor de 0.

El valor umbral puede calcularse de acuerdo con cualquier procedimiento que se conozca en la técnica, por ejemplo, calculando un valor promedio de todo el millón de valores sumados en un solo PRI y multiplicando el promedio resultante por un número constante. El valor umbral puede calcularse con el fin de obtener una tasa constante de falsas alarmas (CFAR) deseada. De acuerdo con un ejemplo, el umbral se calcula con el fin de obtener aproximadamente 4000 indicaciones de valores sumados por encima del umbral, por cada PRI. El módulo **409** umbral en cada canal de procesamiento de A a D puede operarse para realizar las operaciones descritas con referencia al bloque **505**. El módulo **409** umbral puede configurarse para actualizar continuamente un umbral dinámico, basándose en un número actual de detecciones, con el fin de mantener una CFAR deseada.

En algunos casos, el punto de láser reflejado por el blanco cae entre dos cuadrantes, de tal manera que parte del punto de láser se localiza en un cuadrante y parte del punto de láser se localiza en un cuadrante adyacente. En tales casos, la intensidad de la señal en cada cuadrante individual puede no superar el umbral y, en consecuencia, no se detecta ninguna señal, aunque el punto de láser cae en el cabezal de sensor.

Opcionalmente, con el fin de facilitar la detección de la energía láser reflejada, que cae entre dos cuadrantes adyacentes del cabezal **105** de buscador, pueden generarse 4 canales intermedios adicionales sumando las muestras recibidas en cada par de cuadrantes adyacentes (bloque **506**). El canal A-B intermedio se genera sumando las muestras respectivas en el canal A y el canal B; el canal B-C intermedio se genera sumando las muestras respectivas en canal B y el canal C; el canal C-D intermedio se genera sumando las muestras respectivas en el canal C y el canal D; y el canal D-A intermedio se genera sumando las muestras respectivas en el canal D y el canal A. Opcionalmente, puede generarse otro canal intermedio (9º canal) sumando los valores de los cuatro canales. Esta operación de suma de los valores en los diferentes canales adyacentes implementa una integración no coherente que, como se conoce bien en la técnica, da como resultado la atenuación del ruido con respecto a la señal verdadera.

Una vez generado, cada muestra (o combinación de las mismas, por ejemplo, I valores sumados) de los canales intermedios puede asociarse con un valor respectivo basándose en un criterio predefinido como se ha descrito anteriormente con referencia al bloque **505**.

Se genera una matriz binaria (suponiendo que los valores sumados se asignen con 0 o 1) que contiene I columnas y K filas y los valores asignados a cada valor sumado de un PRI se insertan en las celdas respectivas en una sola fila en la matriz binaria. Por lo tanto, de acuerdo con el ejemplo expuesto en el presente documento, se genera una matriz binaria que contiene 1 millón de celdas de 1 bit horizontales para almacenar los valores asignados a cada uno del millón de valores sumados de un solo PRI. Cada valor se inserta en una celda i respectiva de acuerdo con el orden de aparición en el PRI respectivo.

De acuerdo con un ejemplo, puede realizarse una OR lógica en cada (i ésimo) valor respectivo de todos los canales (4 canales de 4 cuadrantes respectivos y los canales intermedios generados) con el fin de obtener valores consolidados de todos (por ejemplo, 8) los canales. En caso de que la operación OR dé como resultado un valor verdadero, el (i ésimo) valor respectivo se asigna para ser 1, de lo contrario, el (i ésimo) valor respectivo se asigna para ser 0 (bloque **507**). Las operaciones descritas anteriormente con referencia al bloque **506** y **507** pueden realizarse, por ejemplo, con la ayuda del generador **408** de canales intermedios.

En el bloque **509** se determina cuántas filas de la matriz binaria se han ocupado con valores asignados a los valores sumados de un PRI respectivo. De acuerdo con un ejemplo, cuando un determinado PRI se está procesando, el PRI se señala con un índice (j) de PRI correspondiente que indica su posición secuencial.

En consecuencia, en el bloque **509** el valor del índice j de PRI puede compararse con el valor de K . En caso de que el índice PRI sea menor que K (es decir, $j < K$), el procedimiento avanza hasta el bloque **513** donde el valor asignado a cada valor sumado (por ejemplo, 0 o 1 como resultado de la operación OR descrita anteriormente) se inserta en una celda i respectiva en la fila k , (por ejemplo, $k = j$) de la matriz binaria y continúa con el procesamiento del siguiente PRI (en el bloque **503**).

En caso de que índice j de PRI = K , el procedimiento avanza hasta el bloque **515** donde el valor asignado a cada valor sumado (por ejemplo 0 o 1 como resultado de la operación OR descrita anteriormente) se inserta en una celda i respectiva en la fila K de la matriz binaria. El procedimiento avanza hasta el bloque **517** donde se realiza la suma vertical de cada celda i en K filas, como se explica a continuación en detalle.

De lo contrario, en caso de que el índice j de PRI sea mayor que K , se elimina la primera fila (por ejemplo, la fila $k = 0$) de la matriz binaria (bloque **511**), todas las filas de la matriz binaria se empujan una fila hacia abajo, y una nueva

fila correspondiente al siguiente PRI se inserta en la parte superior de la matriz binaria (por ejemplo, en la fila $k = K - 1$) (bloque **515**).

5 Las operaciones descritas anteriormente con referencia a los bloques **503** a **515** se repiten para cada PRI de la señal recibida. El módulo **411** de gestión de matriz en la unidad **410** de detección de blancos puede configurarse para realizar la operación descrita en el presente documento con referencia a los bloques **509** a **515**.

10 La **figura 6a** ilustra esquemáticamente un ejemplo de una matriz binaria a pequeña escala, de acuerdo con el objeto desvelado en la presente invención. La **figura 6a** ilustra una matriz que contiene 10 filas donde el marcado en cada celda se indica por medio de 1 en caso de que el valor sumado respectivo supere el umbral, y por medio de 0 en caso contrario. Téngase en cuenta que el uso de 1 y de 0 es simplemente un ejemplo no limitante y pueden asignarse alternativamente otros valores con el fin de indicar los valores sumados por encima y por debajo del umbral. Además, en otros ejemplos, puede usarse 1 para indicar los valores por debajo del umbral y 0 para indicar los valores por encima del umbral.

15 Téngase en cuenta que hay casos esporádicos (es decir, falsas alarmas) de celdas indicadas por 1 a través de toda la matriz. Esto se debe, por ejemplo, a picos aleatorios de ruido que superaron el umbral. Sin embargo, solo en un área hay una secuencia consistente de celdas indicadas por 1 que se extienden verticalmente de arriba hacia abajo (las celdas respectivas en la **figura 6a** se indican mediante líneas diagonales en segundo plano).

20 Como se ha explicado anteriormente, la intensidad de la señal recibida es relativamente baja (por ejemplo, debido a la potencia de pulso relativamente baja del señalador láser), lo que dificulta la fase de detección que intenta discriminar entre las señales verdaderas y el ruido. Por lo tanto, se requiere aumentar la certeza de la detección de una señal verdadera. El aspecto consistente de las celdas con una intensidad de energía por encima del umbral, indicado por 1, dentro de un intervalo restringido de índices en todas las filas (o casi todas las filas) de la matriz binaria, puede servir como una indicación de muestras que representan una señal verdadera. Con el fin de detectar tales intervalos de índices, se realiza una suma de los valores de las celdas respectivas en K filas (bloque **517**).

25 Con este fin, se genera un vector de suma que contiene I celdas y para cada celda i (de entre I celdas), se suman las celdas verticales K , dando lugar a I sumas verticales. Cada suma vertical se inserta en una celda i respectiva en un vector de suma. Por lo tanto, de acuerdo con el ejemplo expuesto en el presente documento, se genera un vector de suma (en el ejemplo actual, un vector de suma vertical) que contiene 1 millón de celdas y las sumas verticales resultantes se insertan en las celdas respectivas en el vector de suma vertical. La **figura 6b** ilustra esquemáticamente un vector de suma, de acuerdo con el objeto desvelado en la presente invención. Téngase en cuenta que cada celda i en el vector **603** de suma contiene un valor correspondiente a la suma de las celdas i respectivas en K filas de la matriz **601**.

30 Cada fila K representa un único bloque. Como se ha mencionado anteriormente, una vez que K (por ejemplo, 10) filas están ocupadas en la matriz binaria, la siguiente fila se inserta en la matriz binaria (correspondiente al próximo PRI) en la parte superior de la matriz binaria (fila K en la **figura 6a**) y se elimina la primera fila de la matriz binaria (fila 1 en la **figura 6a**), generando de este modo un nuevo bloque con K filas.

35 Como se conoce bien en la técnica, hay un equilibrio entre el tamaño de los datos procesados (que puede influir en la calidad del resultado obtenido) y el tiempo de procesamiento. En consecuencia, el valor de K puede variar dependiendo, por ejemplo, de la velocidad de procesamiento disponible y la probabilidad requerida de detección (POD). De acuerdo con un ejemplo no limitante, $K = 10$, donde se realiza una suma vertical para cada 10 filas, correspondiendo cada fila a un PRI. De acuerdo con este ejemplo, el tamaño de cada celda en el vector de suma vertical es de al menos 4 bits.

40 El procedimiento de suma puede realizarse sustancialmente de manera simultánea para todas las I celdas dentro de un bloque. Las **figuras 6a** y **6b** demuestran la suma de un bloque. La información generada dentro del vector de suma, con respecto a cada bloque, puede almacenarse en un depósito de datos (por ejemplo, la memoria **121** informática).

45 Como se ha mencionado anteriormente y se ilustra en la **figura 6a**, las celdas que comprenden el valor de 1 se agrupan dentro de un intervalo limitado de índices horizontales dentro de una matriz binaria y no están restringidas a un solo índice. Una de las razones de la propagación de las celdas es la velocidad de la plataforma de interceptación. Suponiendo, por ejemplo, un PRI de 50 milisegundos y una velocidad de plataforma de interceptación estimada de alrededor de 300 metros/segundo, se espera una deriva de 15 metros de la señal reflejada verdadera para cada PRI. Opcionalmente, con el fin de compensar, al menos parcialmente, esta deriva, los índices de cada nueva fila (que representan un nuevo PRI) se desplazan un índice con respecto a la fila anterior, que es aproximadamente equivalente a 50 nanosegundos (calculados dividiendo 15 metros por la velocidad de la luz).

50 De acuerdo con el ejemplo no limitante ilustrado en la **figura 4**, el módulo **411** de gestión de matriz comprende un módulo **413** de suma que está configurado para realizar las operaciones descritas anteriormente con referencia al bloque **517**.

55 Como se recordará, de acuerdo con el ejemplo especificado en el presente documento, se espera que para cada

PRI que comprende 1 millón de valores sumados, se detecten alrededor de 4000 valores sumados por encima del umbral (indicado por 1). La suma de las celdas permite estrechar el área de búsqueda para las señales verdaderas restringiendo la búsqueda a las pequeñas ventanas que se extienden a lo largo de un número limitado de celdas.

5 Obsérvese que la suma vectorial en la **figura 6b** incluye una región que comprende un conjunto de celdas (indicado por el número de referencia **605**), que se caracteriza por valores más altos en comparación con otras regiones en el vector de suma. Tales conjuntos identifican intervalos de índices de celdas correspondientes a valores sumados por encima del umbral (por ejemplo, indicados por 1), que aparecen constantemente a lo largo de las K filas de un bloque determinado. Por lo tanto, dichos conjuntos (denominados “conjuntos candidatos”) representan potencialmente un área dentro de un PRI que incluye partes de señal verdaderas.

10 Con el fin de identificar los conjuntos candidatos dentro de un vector de suma, cada vector de suma (correspondiente a un bloque determinado) se somete a un procedimiento de filtrado (bloque **519**). El filtrado puede realizarse con la ayuda del módulo **415** de filtrado en la unidad **410** de detección de blancos.

15 Volviendo ahora a la **figura 7**, ésta muestra un diagrama de flujo que ilustra un ejemplo de las operaciones realizadas durante un procedimiento de filtrado, de acuerdo con el objeto desvelado en la presente invención. Pueden usarse uno o más filtros para identificar conjuntos candidatos en el vector de suma donde cada filtro es una ventana deslizante de un tamaño predefinido. El número y el tamaño de los filtros se seleccionan en función del número y el tamaño estimado de incertidumbres. Las incertidumbres pueden incluir, por ejemplo, la incertidumbre en relación con el desplazamiento de frecuencia Doppler de la tasa de pulso, las incertidumbres debidas a la velocidad de la plataforma, las incertidumbres debidas a la discrepancia entre el reloj de muestreo y reloj del señalador láser y la incertidumbre con respecto a la velocidad del blanco.

20 De acuerdo con un ejemplo, el filtro se desplaza celda por celda, a través de un vector de suma vertical (bloque **701**). Por lo tanto, de acuerdo con este ejemplo, el filtro puede implementarse como un filtro FIR con un coeficiente de 1. Para cada celda i en el vector de suma, se calcula una suma (de acuerdo con este ejemplo, “suma horizontal”) de los valores dentro de las celdas que se encuentran dentro de la ventana deslizante (es decir, el filtro). Cada valor se asocia con los índices respectivos que indican la posición del filtro en el vector de suma vertical (bloque **703**). La **figura 6c** ilustra esquemáticamente la ventana deslizante de dos filtros a lo largo del vector de suma. Los dos filtros están representados por rectángulos y los valores indicados dentro de los rectángulos en cada posición indican el valor de suma horizontal en la posición respectiva del filtro.

30 A partir de todo el número de valores de suma horizontales calculados para un vector de suma vertical determinado (donde este número puede ser igual, de acuerdo con un ejemplo, al número de celdas en el vector de suma vertical menos el tamaño del filtro) se selecciona un número predefinido de sumas horizontales que tienen un valor que coincide con un criterio predefinido (bloque **705**).

35 Por ejemplo, suponiendo que los valores sumados que superan el umbral están asociados con un valor que es mayor que el valor asociado con los valores sumados que no superan el umbral (por ejemplo, 1 y 0, respectivamente), los valores de suma horizontales que tienen los valores más altos se seleccionan como los conjuntos candidatos. Si, por otra parte, los valores que superan el umbral están asociados con un valor que es menor que el valor asociado con valores sumados que no superan el umbral (por ejemplo, 0 y 1, respectivamente), los valores de suma horizontales que tienen los valores más bajos se seleccionan como los conjuntos candidatos.

40 El módulo **415** de filtrado puede configurarse, por ejemplo, para seleccionar entre los filtros todos los valores de suma horizontales que sean mayores que 5 y para seleccionar los 20 valores más altos en el caso de que más de 20 sumas horizontales cumplan con este criterio.

45 Volviendo ahora a la **figura 5**, opcionalmente con el fin de reducir el número de conjuntos candidatos, el procedimiento de filtrado también puede incluir una operación de contracción dirigida a reducir el lote final de conjuntos candidatos (bloque **521**). Durante la operación de contracción, se comparan los conjuntos candidatos identificados en el mismo vector de suma vertical y, en el caso de que una pluralidad de conjuntos candidatos se caractericen por intervalos de índices que coincidan con un criterio predefinido, solo se selecciona uno de los conjuntos candidatos y se descartan los otros conjuntos candidatos, reduciendo de este modo el número de conjuntos candidatos. Por ejemplo, pueden identificarse los conjuntos candidatos que se caracterizan por índices de solapamiento, descartarse los conjuntos candidatos redundantes, y mantenerse solo un único conjunto candidato.

50 Por ejemplo, suponiendo que un filtro de 10 celdas de largo identifica un conjunto candidato, que incluye otro conjunto candidato, que se identifica por un filtro de 5 celdas de largo, puede descartarse el conjunto candidato más corto durante la operación de contracción. Además, durante la operación de contracción, los conjuntos candidatos que se solapan parcialmente o se localizan en índices cercanos pueden reducirse en función de una tolerancia predefinida. La tolerancia define la proximidad y/o el solapamiento entre los conjuntos candidatos, debiendo descartarse uno de los conjuntos candidatos. El módulo **415** de filtrado también puede configurarse para realizar la operación de contracción.

55 La información con respecto a los conjuntos candidatos seleccionados puede almacenarse en una estructura de datos señalada, por ejemplo, en una tabla de mapeo candidata (bloque **523**). La información almacenada incluye,

por ejemplo, los índices de las celdas respectivas de cada conjunto candidato dentro del vector de suma vertical, el tamaño del filtro, y el valor sumado horizontal respectivo. Los índices almacenados pueden ser, por ejemplo, los índices en el centro de la ventana deslizante o los índices localizados en uno o ambos extremos de la ventana deslizante.

5 Suponiendo, por ejemplo, que se usan 5 filtros diferentes, y para cada filtro se almacenan los 20 valores de suma horizontales más altos, al final del procedimiento de filtrado, se obtienen y se almacenan 100 conjuntos candidatos para un vector de suma vertical determinado. Como se ha explicado anteriormente, el número de los conjuntos candidatos puede reducirse por el procedimiento de contracción.

10 El mapeo de los conjuntos candidatos (por ejemplo, en la tabla de mapeo candidata) permite seleccionar de entre los conjuntos candidatos un conjunto candidato final que representa un área dentro de los datos sin procesar, que comprende las muestras correspondientes a las señales verdaderas. Con este fin, la tabla de mapeo candidata también incluye un parámetro de recuento de detección, que indica el número de veces que se ha identificado el mismo conjunto candidato. Como se ha mencionado anteriormente, se calcula un nuevo vector de suma vertical para cada nuevo bloque. Se filtra cada nuevo vector de suma vertical y se identifica un nuevo grupo de conjuntos
15 candidatos. Los nuevos conjuntos candidatos se insertan en la tabla de mapeo candidata. En el caso de que se determine que un primer conjunto candidato, que se identifica en un vector de suma vertical, sea lo suficientemente similar (por ejemplo caracterizado por índices idénticos o cercanos) a un segundo conjunto candidato, que ya existe en la tabla de mapeo (es decir, un conjunto candidato que se ha identificado con respecto a un vector de suma vertical anterior) los conjuntos candidatos primero y segundo se asocian con la misma entrada en la tabla de mapeo
20 candidata y el parámetro de recuento de detección asociado con esa entrada se aumenta en uno. La similitud entre los conjuntos candidatos puede determinarse en función de un criterio diferente, que puede ser similar, por ejemplo, al criterio aplicado durante el procedimiento de contracción descrito anteriormente con referencia al bloque 521. Las operaciones descritas con referencia al bloque 523 pueden realizarse con la ayuda del gestor 417 de tabla de mapeo.

25 Puesto que a diferencia del ruido que aparece en localizaciones aleatorias dentro de un PRI, las señales verdaderas aparecen de manera sistemática dentro de un cierto intervalo de muestras, se espera que, aunque esos conjuntos candidatos que representan falsas alarmas aparecerían aleatoriamente a través del vector de suma y no se unirían a índices específicos, los conjuntos candidatos que representan señales verdaderas se identificarían repetidamente en asociación con los mismos índices.

30 En consecuencia, después de un número predefinido de ciclos (donde se procesa un bloque en cada ciclo) se selecciona un conjunto candidato final de la tabla de mapeo candidata (bloque 525). En general, se selecciona el conjunto candidato con el parámetro de recuento de detección con el valor más alto. En caso de que más de un conjunto candidato muestre valores de recuento de detección idénticos, el sistema puede operarse para ejecutar unos cuantos ciclos adicionales y, a continuación, seleccionar el conjunto candidato final. La selección del conjunto
35 candidato final puede realizarse por el módulo 419 de selección de candidato final.

Ahora se avanza a la **figura 8**, que es un diagrama de flujo que muestra operaciones que se realizan durante el procedimiento de rastreo de blancos, de acuerdo con el objeto desvelado en la presente invención. En el bloque 801 la localización respectiva del conjunto candidato final se localiza dentro de los datos sin procesar. Como se ha explicado anteriormente, el muestreador 111 está operando a una frecuencia de muestreo de 100 MHz y muestrea 5
40 millones de muestras por cada PRI. Los 5 millones de muestras representan los datos sin procesar. Recuérdese que cada conjunto candidato se identifica, en la tabla de mapeo candidata, por uno o más índices. Cada índice corresponde a una celda de la matriz binaria, donde cada celda representa la suma de 5 muestras, extendiéndose cada muestra más de 10 nanosegundos y extendiéndose toda la celda más de 50 nanosegundos. Por lo tanto, con el fin de localizar la posición del conjunto candidato final en los datos sin procesar, al menos uno de los índices
45 dentro del conjunto candidato final se alinea con las muestras respectivas en los datos sin procesar de al menos 4 canales A, B, C y D. Por ejemplo, el índice central de un conjunto candidato final puede alinearse con las 5 muestras respectivas en los datos sin procesar. Como se ha mencionado anteriormente, los datos sin procesar también pueden indexarse, facilitando de este modo la alineación del conjunto candidato final con los datos sin procesar.

50 Una vez que el conjunto candidato final está localizado dentro de los datos sin procesar, se añaden una pluralidad de muestras en cada lado de las muestras identificadas con el fin de crear una ventana de rastreo con el fin de rastrear el blanco (bloque 805). La extensión de las muestras en ambos lados de la ventana de rastreo se hace con el fin de compensar las incertidumbres mencionadas anteriormente.

De acuerdo con un ejemplo no limitante, se añaden 250 muestras en cada lado de cada conjunto candidato final, obteniendo de este modo una ventana de rastreo de 500 muestras. La ventana de rastreo permite restringir el
55 rastreo de un blanco a una pequeña región dentro de todos los datos sin procesar, donde se espera que estén localizadas las partes de señal verdaderas. El generador 421 de ventanas de rastreo en la unidad de rastreo de blancos puede configurarse para realizar las operaciones descritas anteriormente con referencia a los bloques 803 y 805.

Puesto que los datos dentro de la ventana de rastreo son de un tamaño considerablemente más pequeño en

comparación con los datos dentro de un PRI completo, ahora es posible almacenar estos datos y procesar los datos almacenados. En consecuencia, los datos sin procesar correspondientes a la ventana de rastreo de cada uno de los 4 canales se almacenan en el depósito de datos (por ejemplo, la memoria **121** de ordenador).

5 En caso de que la energía que se refleja por el blanco caiga en el centro del sensor de 4 cuadrantes, la energía recibida se divide entre los 4 cuadrantes y la energía recibida por cada cuadrante individual puede no ser suficiente para la detección. Por lo tanto, en algunos casos, pueden sumarse las muestras respectivas en la ventana de los 4 canales con el fin de generar el canal **E** que representa la energía sumada recibida en los 4 canales (bloque **807**). De acuerdo con el ejemplo ilustrado en la **figura 4**, con el fin de generar un nuevo canal **E**, los datos con respecto a las 4 ventanas de rastreo de cada canal respectivo se transmiten al generador **431** de canales, que está configurado para combinar la energía en las 4 ventanas de rastreo y crear el canal **E**, como se ha descrito anteriormente.

10 Las siguientes operaciones descritas a continuación con referencia a los bloques **809** a **815** se realizan individualmente en los 5 canales **A** a **E**. Opcionalmente, se realiza una integración no coherente de los L ciclos (donde se recibe un nuevo PRI en cada ciclo) con respecto a cada una de las (500) muestras dentro de la ventana (bloque **809**). La integración no coherente fortalecerá la relación inherentemente baja de señal a ruido de cada PRI por un factor de \sqrt{L} . Por ejemplo, la integración no coherente puede realizarse para cada dos ciclos consecutivos mejorando la relación de señal a ruido por $\sqrt{2}$. La integración no coherente puede realizarse por el módulo **423** 15 identificador de muestras verdaderas en el módulo **420** de rastreo de blancos.

20 Como se ha mencionado anteriormente, el señalador láser funciona con un ancho de pulso de aproximadamente 20-25 nanosegundos que se genera por el señalador láser y se expande hasta aproximadamente 80 nanosegundos. En consecuencia, cada pulso (es decir, señal verdadera) se extiende más de 8 muestras de los datos sin procesar (es decir, cada muestra es de aproximadamente 10 nanosegundos). Con el fin de identificar las 8 muestras de la señal verdadera dentro de la ventana de 500 muestras y obtener un valor que represente al menos una parte sustancial de la energía reflejada en un solo pulso, puede realizarse la suma horizontal de una ventana deslizante de un tamaño predefinido (que comprende un número predefinido de muestras). La ventana deslizante puede desplazarse muestra 25 por muestra a través de la ventana de 500 muestras y se realiza una suma de X muestras para cada muestra (bloque **811**). El tamaño de la ventana deslizante se determina basándose en la longitud del pulso de láser. En el ejemplo actual, donde un pulso se propaga a través de 8 muestras, el tamaño de la ventana deslizante puede ser de aproximadamente 8 muestras de longitud ($X \sim 8$).

30 Suponiendo que por simplicidad matemática se use una ventana deslizante de 10 muestras de longitud, en el bloque **813** se compara el valor de intensidad sumado de cada 10 muestras con un umbral predefinido, y las muestras correspondientes a los valores de intensidad sumados que superen el umbral se seleccionan como muestras verdaderas finales que se usarán para rastrear el blanco. En caso de que más de un valor de intensidad sumado supere el valor umbral, se selecciona un valor de intensidad sumado preferido basado en la lógica predefinida. Por ejemplo, de acuerdo con una lógica de selección predeterminada, se seleccionan las muestras finales verdaderas localizadas más cerca del centro de la ventana de 500 muestras. De acuerdo con otro ejemplo, en caso de que el área entre el sensor y el blanco se llene con material obstructivo, tal como polvo, se selecciona la muestra verdadera final que esté más cerca del extremo más alejado de la ventana de 500 muestras, ya que es probable que otras 35 muestras con valor de intensidad por encima del umbral resulten de la reflexión de la energía de la materia obstructiva. La operación descrita anteriormente con referencia al bloque **811** y **813** puede realizarse por el módulo **423** 40 identificador de muestras verdaderas.

En este punto, se identifica un grupo de muestras verdaderas finales dentro de los datos sin procesar para cada uno de los canales **A** a **E**. Se determina la intensidad de la muestra de los 5 canales y se realiza el guiado de la plataforma de interceptación basándose en la distribución de energía a través de los 4 cuadrantes, como se conoce en la técnica (bloque **815**). La unidad **435** de guiado puede operarse para generar instrucciones de guiado para la 45 plataforma de interceptación basándose en la intensidad recibida de la energía en los 5 canales.

Las operaciones descritas anteriormente con referencia a los bloques **807** a **815** se repiten para cada PRI hasta que la plataforma de interceptación alcanza su blanco señalado. En cada nuevo ciclo, la ventana de rastreo puede desplazarse a lo largo del PRI con el fin de mantener la posición de la muestra verdadera final con respecto a la ventana de rastreo. Por ejemplo, en caso de que la muestra verdadera final seleccionada estuviera inicialmente localizada cerca del centro de la ventana de rastreo, la ventana de rastreo se desplazaría de modo que la localización de la muestra verdadera final se mantuviera en la misma localización, cerca del centro de la ventana de 50 rastreo.

La figura 9 es un diagrama de flujo que ilustra las operaciones realizadas en un procedimiento de protección, de acuerdo con el objeto desvelado en la presente invención. En algunos casos puede ocurrir que la ventana de rastreo se centre erróneamente en muestras que no representen un blanco señalado. Por ejemplo, puede ocurrir que un ruido de alta intensidad se detecte erróneamente por el módulo **410** de detección de blancos como la señal verdadera. En tal caso, el módulo de rastreo intentaría continuamente rastrear la fuente del ruido y la plataforma de interceptación se guiaría hacia esa dirección.

Con el fin de evitar este tipo de error, puede ejecutarse un procedimiento de protección (bloque **817**). Durante el

procedimiento de protección (o procedimiento de verificación de blanco) el procedimiento de detección de blancos se realiza de manera continua junto con el procedimiento de rastreo de blancos. El procedimiento de detección detecta repetidamente un conjunto candidato final y, cada número predefinido de ciclos, las operaciones descritas anteriormente con referencia a los bloques **803** y **805** se realizan con el fin de generar una nueva ventana de rastreo basada en el conjunto candidato final detectado (bloque **901**). La localización de la nueva ventana de rastreo se compara con la localización de la ventana de rastreo actual, que se usa para rastrear el blanco (bloque **903**). En caso de que se encuentre una discrepancia, que sea mayor que un umbral predefinido, entre las localizaciones de las dos ventanas de rastreo, la ventana de rastreo actual se sustituye por la nueva ventana de rastreo, y continúa el procedimiento de rastreo basándose en la nueva ventana de rastreo (bloque **909**). Téngase en cuenta que la unidad **420** de rastreo de blancos de la **figura 3** comprende un módulo **425** de protección, que está configurado para ejecutar y controlar un procedimiento de protección con la ayuda de la unidad **410** de detección de blancos para ejecutar las operaciones relacionadas con la identificación de la ventana de rastreo.

También se entenderá que el sistema de acuerdo con el objeto desvelado en la presente invención puede ser una unidad de procesamiento adecuadamente programada. Asimismo, el objeto desvelado en la presente invención contempla un programa informático legible por un procesador informático para ejecutar el procedimiento del objeto desvelado en la presente invención. El objeto desvelado en la presente invención contempla además una memoria legible por máquina que materializa de manera tangible un programa de instrucciones ejecutables por la máquina para ejecutar el procedimiento del objeto desvelado en la presente invención.

También debe entenderse que ciertas realizaciones del objeto desvelado en la presente invención pueden aplicarse a la arquitectura de un buscador láser descrito con referencia a las figuras **2** y **4**. Sin embargo, la invención no está limitada por la arquitectura específica; una funcionalidad equivalente y/o modificada puede consolidarse o dividirse de otra manera y puede implementarse en cualquier combinación adecuada de software, firmware y hardware.

Debe entenderse que el objeto desvelado en la presente invención no se limita en su aplicación a los detalles expuestos en la descripción contenida en el presente documento o ilustrada en los dibujos. El objeto desvelado en la presente invención es capaz de otras realizaciones y de llevarse a la práctica y realizarse de diversas maneras. Por lo tanto, debe entenderse que la fraseología y la terminología empleadas en el presente documento son con fines de descripción y no deben considerarse como limitantes. Como tal, los expertos en la materia apreciarán que la concepción en la que se basa la presente divulgación puede utilizarse fácilmente como base para el diseño de otras estructuras, procedimientos y sistemas para realizar los varios fines del objeto desvelado en la presente invención.

30

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento de detección de una señal reflejada por un blanco (3) señalado por un punto de láser de pulsos, comprendiendo el procedimiento:

5 recibir una señal que comprende unas partes de señal verdaderas reflejadas por dicho blanco, y ruido; comprendiendo el procedimiento además:

10 para cada uno de una pluralidad de intervalos de repetición de pulsos, PRI, de dicha señal recibida, muestrear una pluralidad M de muestras; teniendo cada muestra un valor de intensidad respectivo; asignándose a cada muestra o cada combinación de las mismas, combinación que comprende la suma de una pluralidad de muestras consecutivas, en un PRI muestreado, un índice i respectivo; asignar, para cada muestra de dicha pluralidad de muestras o para cada combinación de las mismas mencionada, al menos un primer valor o un segundo valor basándose en una comparación del valor de intensidad respectivo de cada muestra o de cada combinación de las mismas con un valor umbral determinado;

15 realizar la suma de los ^{iésimo} valores asignados indexados respectivos de una pluralidad K de PRI, y obtener los valores sumados indexados respectivos; identificar uno o más conjuntos candidatos de entre dichos valores sumados indexados; seleccionar un conjunto candidato final de entre dichos uno o más conjuntos candidatos; representando dicho conjunto candidato final un intervalo de índices que corresponde a las partes de señal verdaderas de entre la pluralidad de muestras;

20 localizar dicho conjunto candidato final con las muestras respectivas de un PRI entrante, detectando de este modo un área dentro de dicha señal que comprende las partes de señal verdaderas.

2. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicha señal se recibe por un sensor (105) láser de 4 cuadrantes, estando cada cuadrante asociado con un canal de procesamiento respectivo, en el que el muestreo y la asignación mencionados se realizan para cada uno de dichos 4 cuadrantes, comprendiendo el procedimiento además:

25 realizar una OR lógica en cada ^{jésimo} valor asignado indexado respectivo en cada uno de dichos 4 canales de procesamiento, obteniendo de este modo un valor consolidado de los 4 canales de procesamiento y realizar dicha suma con dicho valor consolidado.

3. El procedimiento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 2, en el que dicha señal se recibe por un sensor (105) láser de 4 cuadrantes, estando cada cuadrante asociado con un canal de procesamiento respectivo, en el que el muestreo y la asignación mencionados se realizan para cada uno de dichos 4 cuadrantes, comprendiendo el procedimiento además:

30 sumar los valores de las muestras respectivas recibidas en al menos cada par de cuadrantes adyacentes, generando de este modo 4 canales de procesamiento intermedios; realizar dicha asignación en dichos 4 canales de procesamiento intermedios; y realizar una operación OR lógica en cada ^{jésimo} valor asignado indexado respectivo en cada uno de dichos 4 canales de procesamiento y dichos 4 canales de procesamiento intermedios, obteniendo de este modo un valor consolidado de los 8 canales de procesamiento.

4. El procedimiento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además:

40 añadir una pluralidad de muestras en cada lado de dicha área y generar una ventana de rastreo; e identificar al menos una muestra verdadera final dentro de dicha ventana de rastreo, representando dicha al menos una muestra verdadera final la energía de dicho punto de láser reflejado por dicho blanco; en el que dicha identificación comprende además:

45 desplazar una ventana deslizante de un tamaño predefinido a lo largo de las muestras en dicha ventana de rastreo; realizar la suma del valor de intensidad de las muestras en la ventana deslizante en cada posición de la ventana deslizante; identificar una posición de la ventana deslizante donde un grupo respectivo de muestras sumadas tiene un valor de intensidad sumado que supera un umbral predefinido; y seleccionar uno de los grupos de muestras sumadas como muestras verdaderas finales.

5. El procedimiento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además:

50 antes de dicha asignación, sumar los grupos de *n* muestras consecutivas de dichas muestras M, obteniendo de este modo una combinación de muestras representada por *l* valores sumados.

6. El procedimiento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que los valores sumados se representan en un vector de suma y en el que dicha identificación de uno o más conjuntos candidatos incluye un procedimiento de filtrado que comprende:

desplazar al menos un filtro a lo largo de los valores en dicho vector de suma, en el que un filtro se representa por una ventana deslizante de un tamaño predefinido;
para cada valor en dicho vector de suma:

5 sumar los valores localizados dentro de dicho al menos un filtro, generando de este modo un valor de suma horizontal respectivo;
seleccionar uno o más valores de suma horizontales, que tienen valores que coinciden con un criterio predefinido, como conjuntos candidatos.

7. El procedimiento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dicha señal se recibe por un sensor (105) láser de 4 cuadrantes, cada cuadrante asociado con un canal de procesamiento respectivo, estando dicho sensor láser fijado a una plataforma de interceptación, comprendiendo el procedimiento además:

10 sumar los valores en las 4 ventanas de rastreo de dichos 4 canales de procesamiento respectivos y generar un quinto canal;
identificar al menos una muestra verdadera final para cada canal de procesamiento basándose en múltiples canales.

8. El procedimiento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores que comprende además:

realizar un procedimiento de protección que comprende:

15 identificar de manera continua una nueva ventana de rastreo y una nueva muestra verdadera final en la misma, representando dicha muestra verdadera final la energía de dicho punto de láser reflejado por dicho blanco; y
20 en caso de que se identifique una discrepancia entre dicha nueva muestra verdadera final y dicha muestra verdadera final, reemplazar dicha muestra verdadera final con dicha nueva muestra verdadera final.

9. El procedimiento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que un reloj asociado con un señalador láser, que señala dicho punto de láser de pulsos, no está sincronizado con un reloj asociado con un sensor configurado para recibir dicha señal.

10. Un buscador (200) láser configurado para detectar una señal reflejada por un blanco (3) señalado por un punto de láser de pulsos, comprendiendo el buscador:

25 un sensor (105) asociado con al menos un canal de procesamiento; comprendiendo dicho canal de procesamiento un muestreador (111), un reloj (405) de precisión y una unidad (120) de procesamiento;
30 el sensor (105) está configurado para recibir una señal que comprende las partes de señal verdaderas reflejadas por dicho blanco, y ruido; en el que el muestreador (111) y el reloj (405) de precisión asociado, están configurados para muestrear, para cada uno de una pluralidad de intervalos de repetición de pulsos, PRI, de dicha señal recibida, una pluralidad M de muestras;
la unidad (120) de procesamiento está configurada para realizar al menos las siguientes operaciones:

35 asignar a cada muestra o combinación de las mismas, combinación que comprende la suma de una pluralidad de muestras consecutivas, en un PRI muestreado, un índice i respectivo;
asignar, para cada muestra de dicha pluralidad de muestras o para cada combinación de las mismas mencionada, al menos un primer valor o un segundo valor basándose en una comparación del valor de intensidad respectivo de cada muestra o de cada combinación de las mismas con un valor umbral determinado;
40 sumar los ^{iésimo} valores asignados indexados respectivos de una pluralidad K de PRI, y obtener los valores sumados indexados respectivos; identificar uno o más conjuntos candidatos de entre dichos valores sumados indexados; seleccionar un conjunto candidato final de entre dichos uno o más conjuntos candidatos; representando dicho conjunto candidato final un intervalo de índices que corresponde a las partes de señal verdaderas de entre la pluralidad de muestras; localizar dicho conjunto candidato final con las muestras respectivas de un PRI entrante, detectando de este modo un área dentro de dicha señal que comprende las partes de señal verdaderas.

11. El buscador láser de acuerdo con la reivindicación 10, en el que dicho sensor (105) es un sensor láser de 4 cuadrantes, cada cuadrante asociado con un canal de procesamiento respectivo, comprendiendo cada canal de procesamiento un muestreador (111) configurado para muestrear una señal recibida por un cuadrante respectivo, realizándose dicha asignación para cada uno de dichos 4 canales de procesamiento, dicha unidad de procesamiento está configurada, además, para realizar una OR lógica en cada ^{iésimo} valor asignado indexado respectivo en cada uno de dichos 4 canales de procesamiento, obteniéndose de este modo un valor consolidado de los 4 canales de procesamiento y la suma de dichos valores consolidados.

12. El buscador láser de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 10 a 11, en el que dicho sensor (105) es un sensor láser de 4 cuadrantes, cada cuadrante asociado con un canal de procesamiento respectivo, comprendiendo cada canal de procesamiento un muestreador (111) configurado para muestrear una señal recibida

por un cuadrante respectivo, realizándose dicha asignación para cada uno de dichos 4 canales de procesamiento, estando dicha unidad (120) de procesamiento configurada además para:

5 combinar los valores de las muestras respectivas recibidas en cada par de cuadrantes adyacentes, generando de este modo 4 canales de procesamiento intermedios;
 5 realizar dicha asignación en dichos 4 canales de procesamiento intermedios; y realizar una operación OR lógica en cada ^{jésimo} valor asignado indexado respectivo en cada uno de dichos 4 canales de procesamiento y dichos 4 canales de procesamiento intermedios, obteniendo de este modo un valor consolidado de los 8 canales de procesamiento.

10 13. El buscador láser de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 10 a 12, en el que dicha unidad (120) de procesamiento está configurada además para añadir una pluralidad de muestras en cada lado de dicha área y generar una ventana de rastreo; e identificar una muestra verdadera final dentro de dicha ventana de rastreo, representando dicha muestra verdadera final la energía de dicho punto de láser reflejado por dicho blanco;
 15 y en el que, con el fin de lograr dicha identificación, dicha unidad (120) de procesamiento está configurada además para: desplazar una ventana deslizante de un tamaño predefinido a lo largo de las muestras en dicha ventana de rastreo; realizar la suma del valor de intensidad de las muestras en la ventana deslizante en cada posición de la ventana deslizante; identificar una posición de la ventana deslizante donde un grupo respectivo de las muestras sumadas tiene un valor de intensidad sumado que supera un umbral predefinido; y seleccionar uno de los grupos de muestras sumadas como muestras verdaderas finales.

20 14. El buscador láser de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 10 a 13, en el que dicha señal se recibe por un sensor (105) láser de 4 cuadrantes, cada cuadrante asociado con un canal de procesamiento respectivo, estando dicho sensor láser fijado a una plataforma de interceptación, configurándose dicha unidad (120) de procesamiento para:

identificar una muestra verdadera final para cada canal de procesamiento; y encontrar la dirección a dicho blanco basándose en la comparación entre la intensidad de la muestra verdadera final en los diferentes canales.

25 15. El buscador láser de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 10 a 14, en el que los valores sumados están representados por un vector de suma y en el que dicha unidad (120) de procesamiento está configurada, además, como parte de dicha identificación de uno o más conjuntos candidatos, para realizar un procedimiento de filtrado durante el que la unidad de procesamiento se configura para desplazar al menos un filtro a lo largo de los valores en dicho vector de suma, en el que un filtro está representado por una ventana deslizante de un tamaño predefinido;
 30 para cada valor en dicho vector de suma:

sumar los valores localizados dentro de dicho al menos un filtro, generando de este modo un valor de suma horizontal respectivo; y seleccionar un número predefinido de valores de suma horizontales, que tienen valores que coinciden con un criterio predefinido, de entre todos los valores de suma horizontales como conjuntos candidatos.

35 16. El buscador láser de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 10 a 15, en el que dicha unidad (120) de procesamiento está configurada además para sumar valores en las 4 ventanas de rastreo de dichos 4 canales de procesamiento respectivos y generar un quinto canal; y para identificar al menos una muestra verdadera final para cada canal de procesamiento basándose en múltiples canales.

40 17. El buscador láser de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 10 a 16, en el que dicha unidad (120) de procesamiento está configurada además para realizar un procedimiento de protección, durante el que la unidad de procesamiento se configura para identificar de manera continua una nueva ventana de rastreo y una nueva muestra verdadera final en la misma, representando dicha muestra verdadera final la energía de dicho punto de láser reflejado por dicho blanco; y en caso de que se identifique una discrepancia entre dicha nueva muestra verdadera final y dicha muestra verdadera final, reemplazar dicha muestra verdadera final con dicha nueva muestra verdadera final.

18. El buscador láser de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 10 a 17, en el que un reloj asociado con un señalador láser, que señala dicho punto de láser de pulsos, no está sincronizado con dicho reloj (405).

50 19. El buscador láser de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 10 a 18 integrado en un sistema láser, comprendiendo el sistema láser, además, un señalador láser configurado para señalar dicho punto de láser pulsado.

20. Un dispositivo de almacenamiento de programas legible por un ordenador, que incorpora tangiblemente un programa de instrucciones ejecutables por el ordenador para realizar el procedimiento de detección de una señal reflejada por un blanco señalado por un punto de láser de pulsos, comprendiendo el procedimiento:

55 recibir información indicativa de una pluralidad M de muestras muestreadas desde cada uno de una pluralidad de intervalos de repetición de pulsos, PRI, de dicha señal recibida reflejada por un blanco señalado por un punto de láser de pulsos, comprendiendo la señal unas partes de señal verdaderas reflejadas desde dicho blanco, y ruido;

en el que el procedimiento comprende:

- 5 asignar a cada muestra o a cada combinación de las mismas, combinación que comprende la suma de una pluralidad de muestras consecutivas, en un PRI muestreado, un índice i respectivo; asignar, para cada muestra de dicha pluralidad de muestras o para cada combinación de las mismas mencionada, al menos un primer valor o un segundo valor basándose en una comparación del valor de intensidad respectivo de cada muestra o de cada combinación de las mismas con un valor umbral determinado;
- 10 realizar la suma de los $i^{\text{ésimo}}$ valores asignados indexados respectivos de una pluralidad K de PRI, y obtener los valores sumados indexados respectivos;
- 15 identificar uno o más conjuntos candidatos de entre dichos valores sumados indexados;
- seleccionar un conjunto candidato final de entre dichos uno o más conjuntos candidatos; representando dicho conjunto candidato final un intervalo de índices dentro de dicho vector de suma que corresponde a unas partes de señal verdaderas de entre la pluralidad de muestras;
- localizar dicho conjunto candidato final con las muestras respectivas de un PRI entrante, detectando de este modo un área dentro de dicha señal que comprende las partes de señal verdaderas.

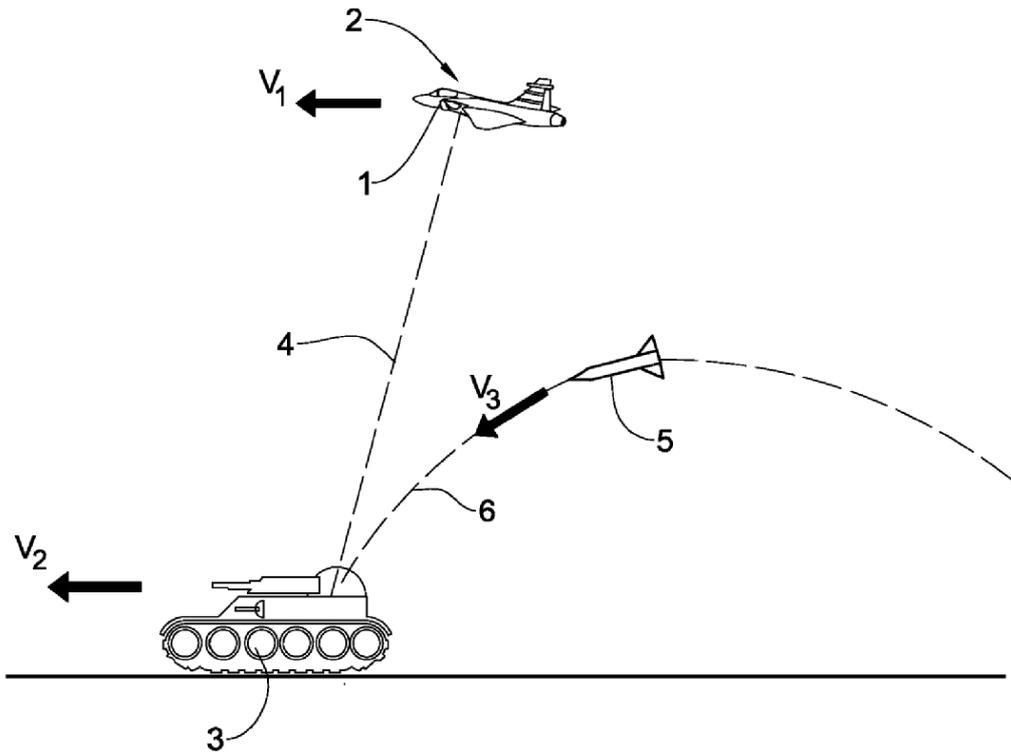


Fig. 1

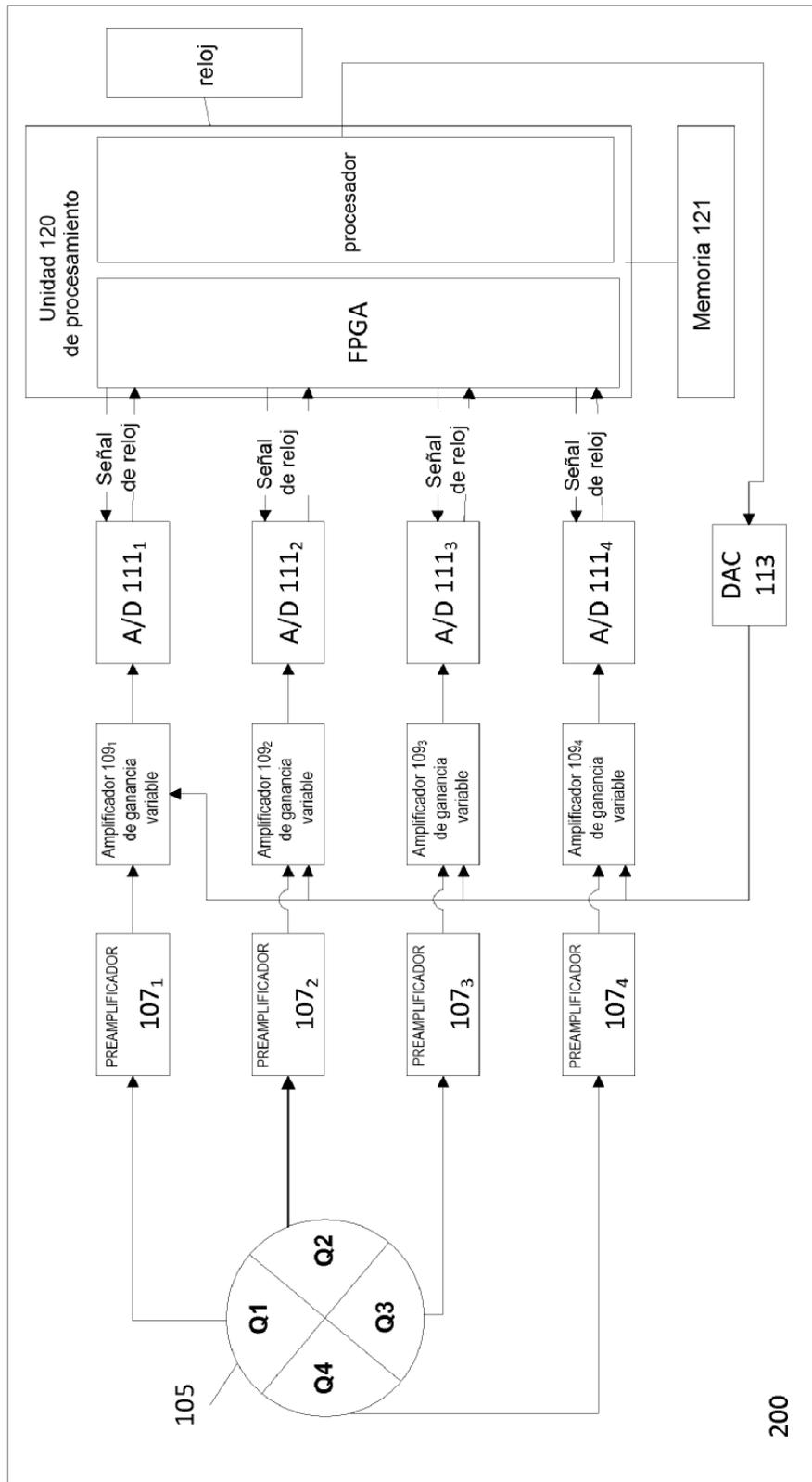


Fig. 2

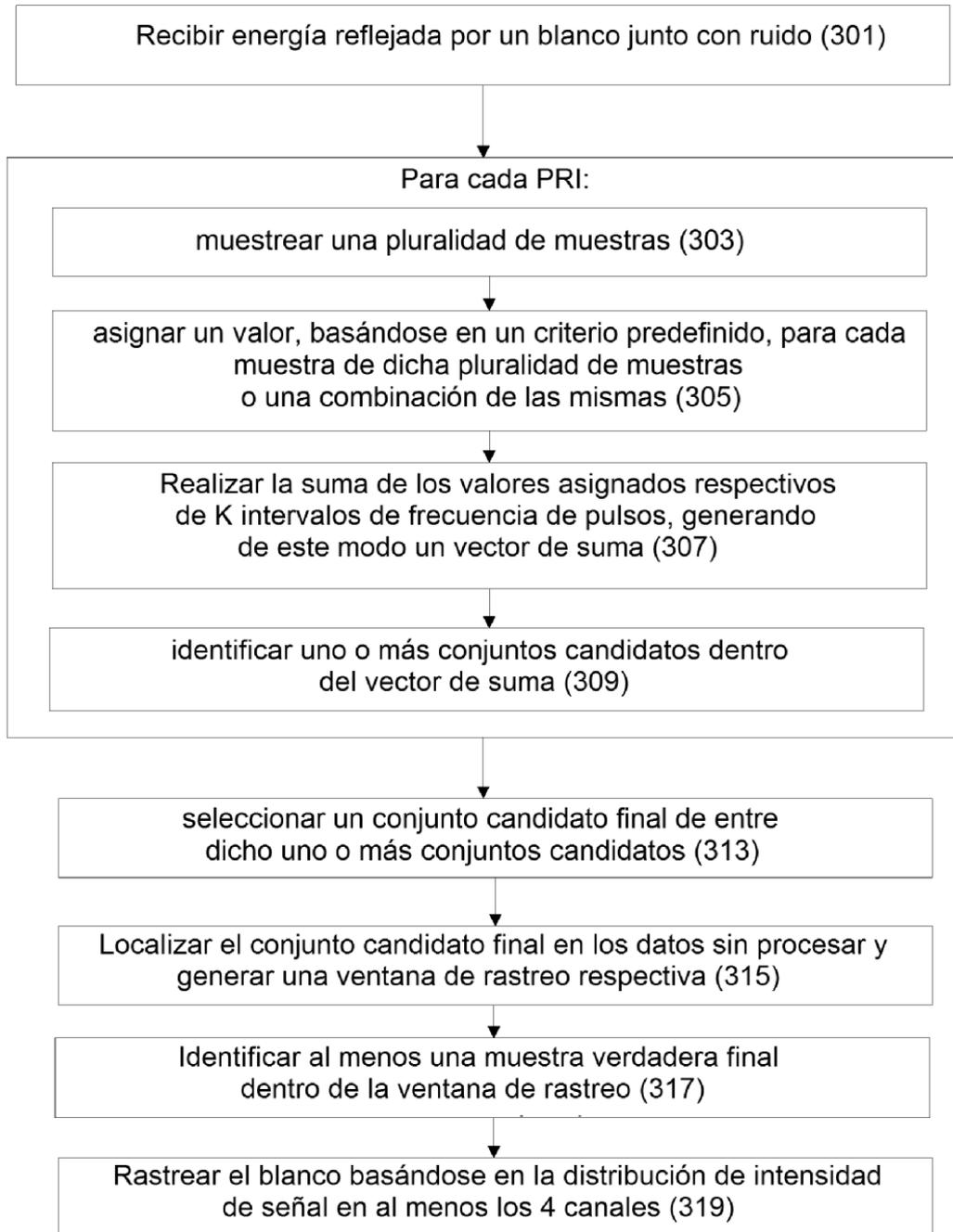


Fig. 3

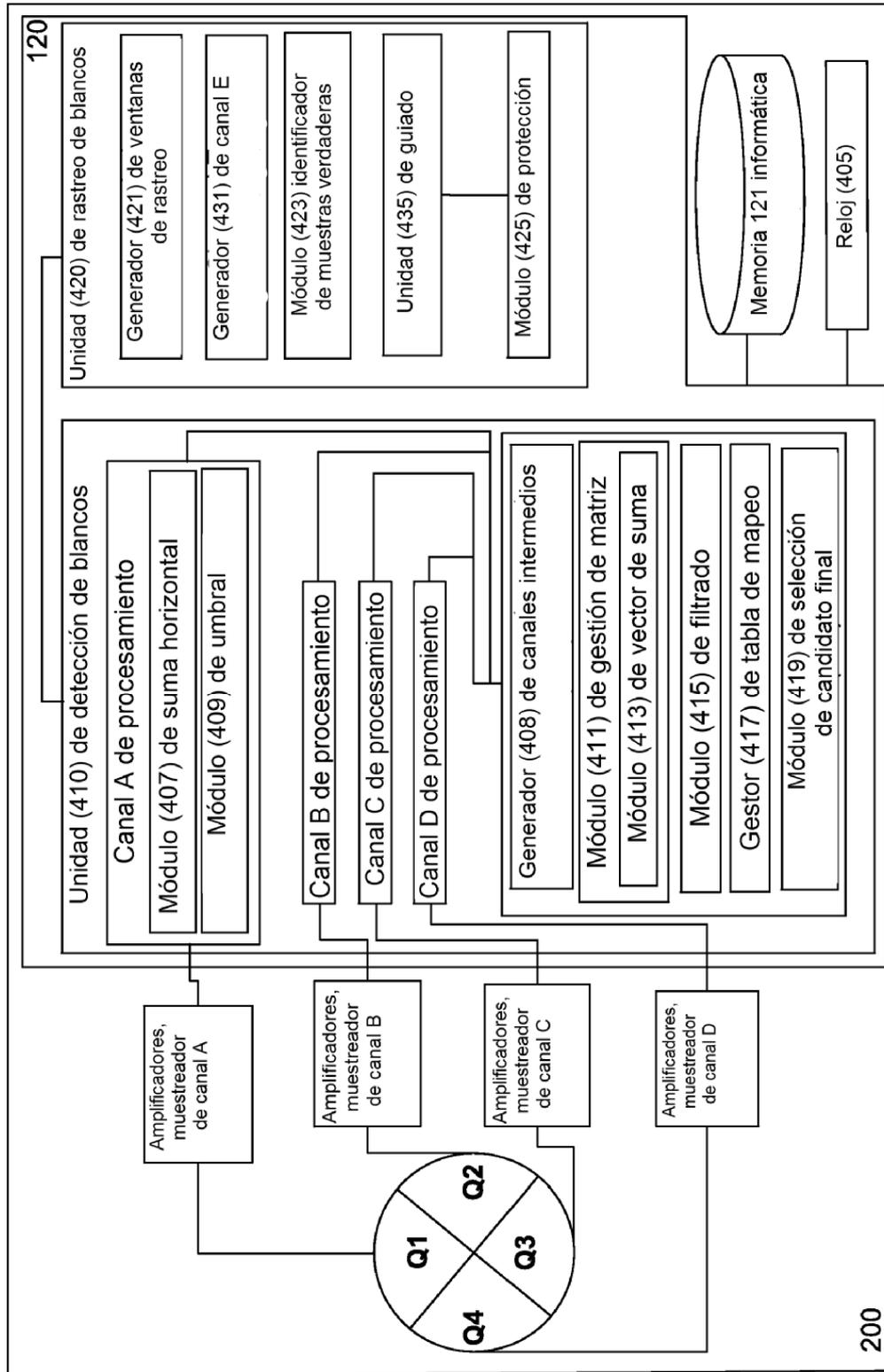


Fig. 4

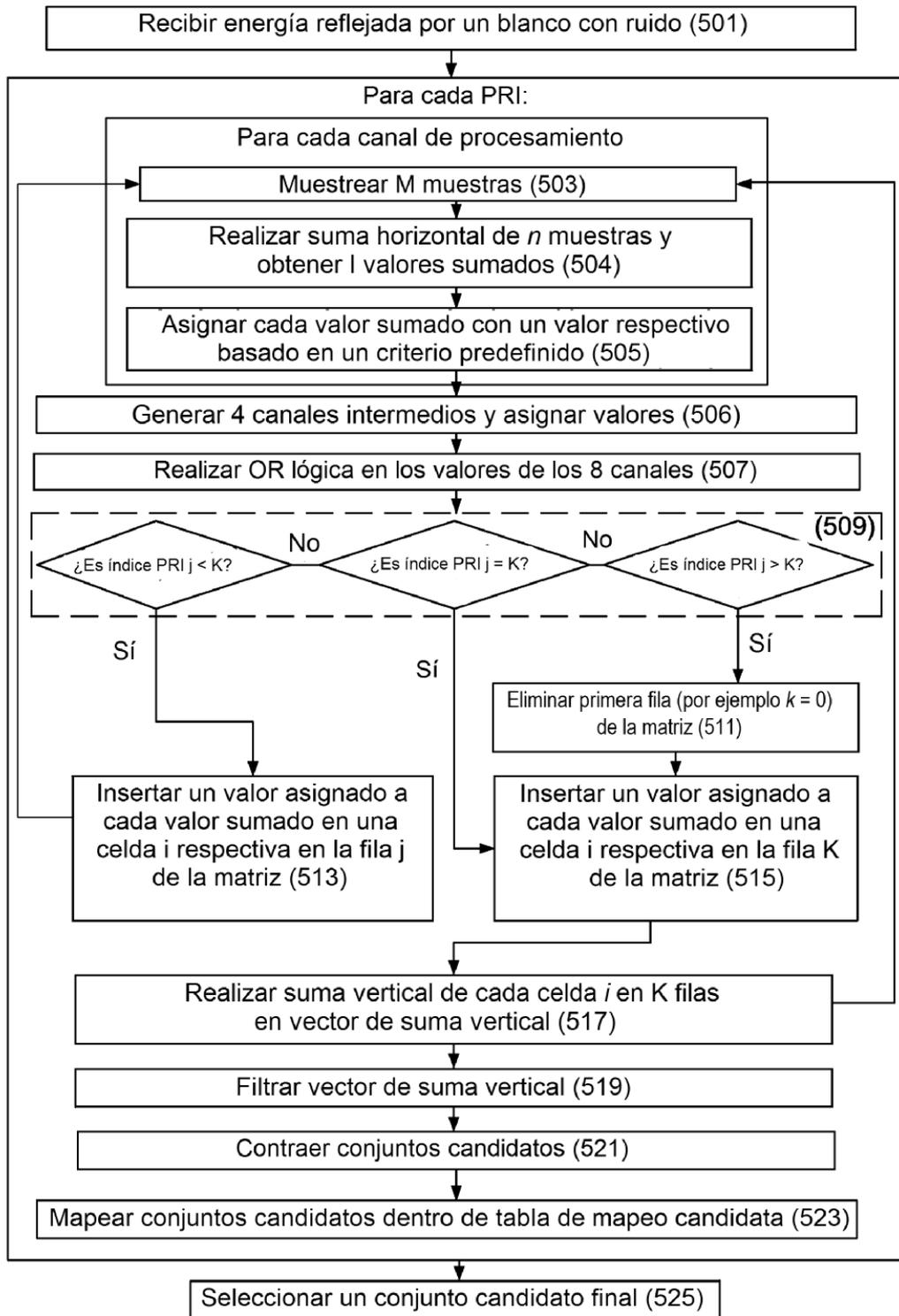
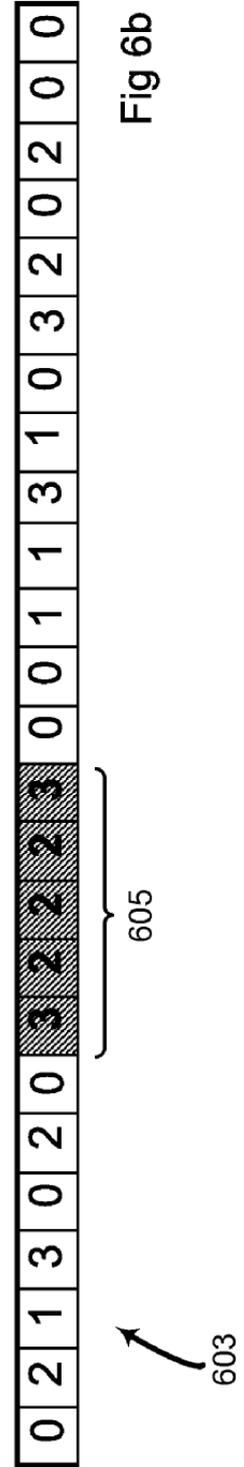
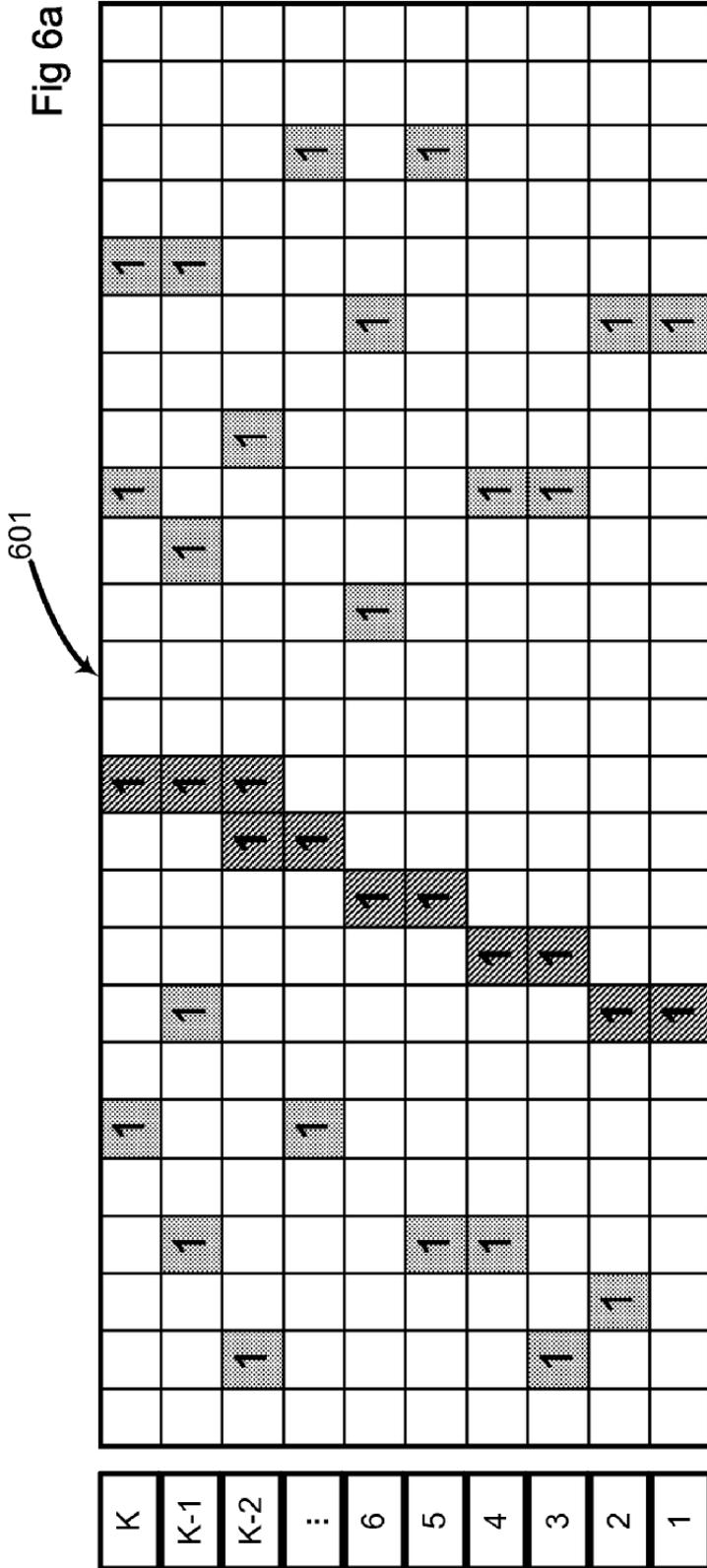


Fig. 5



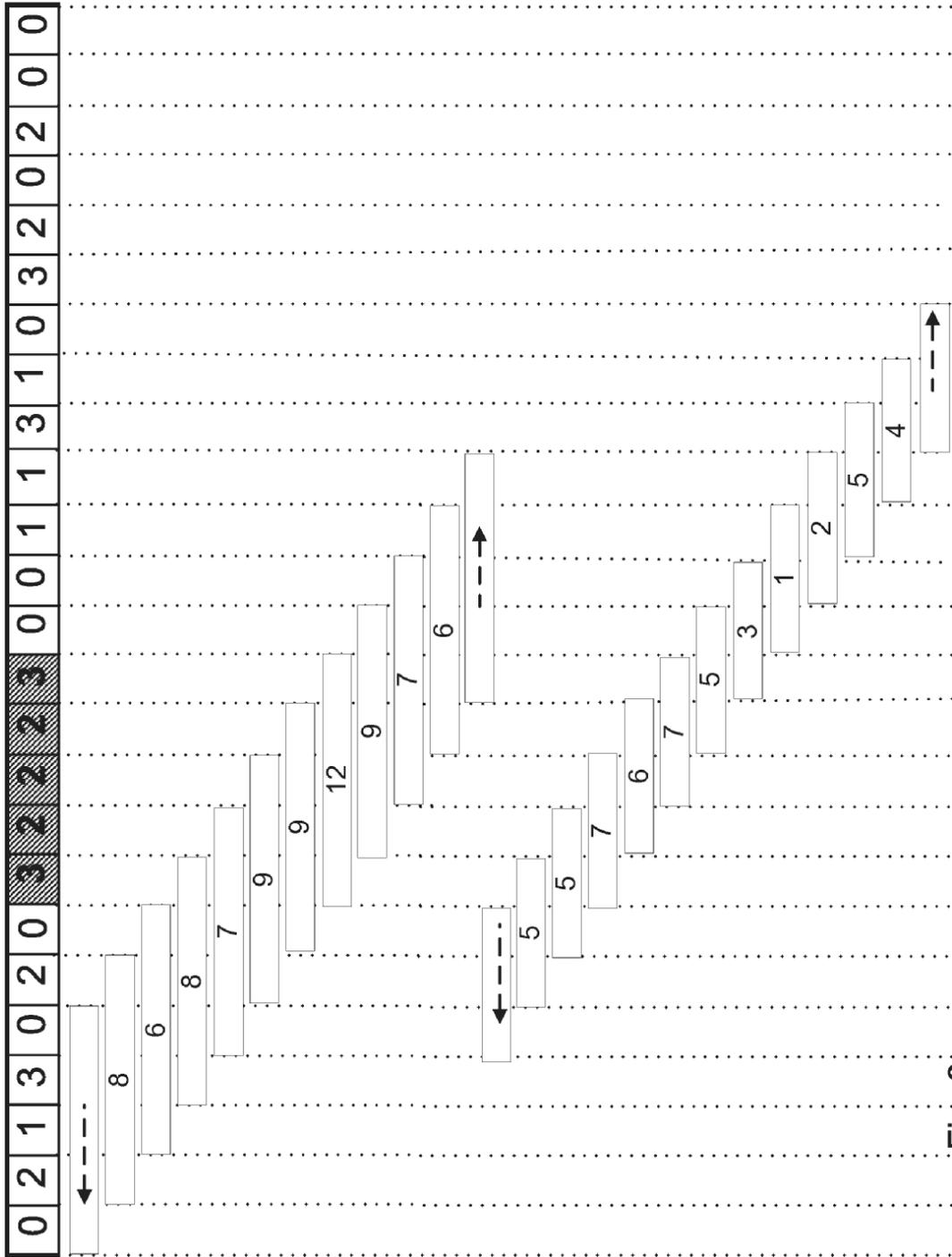


Fig. 6c

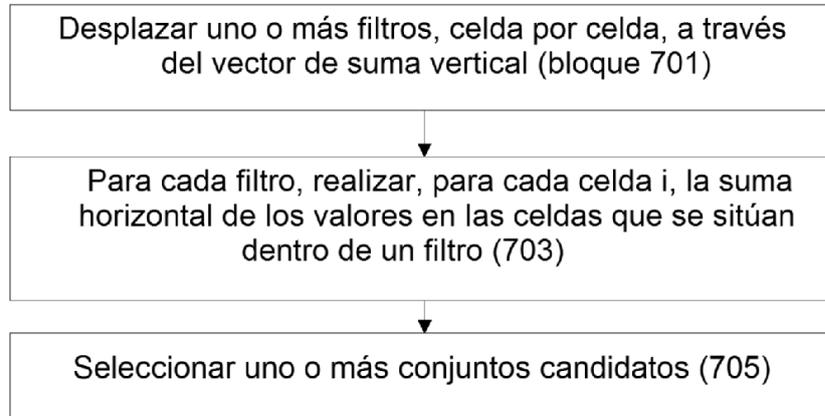


Fig. 7

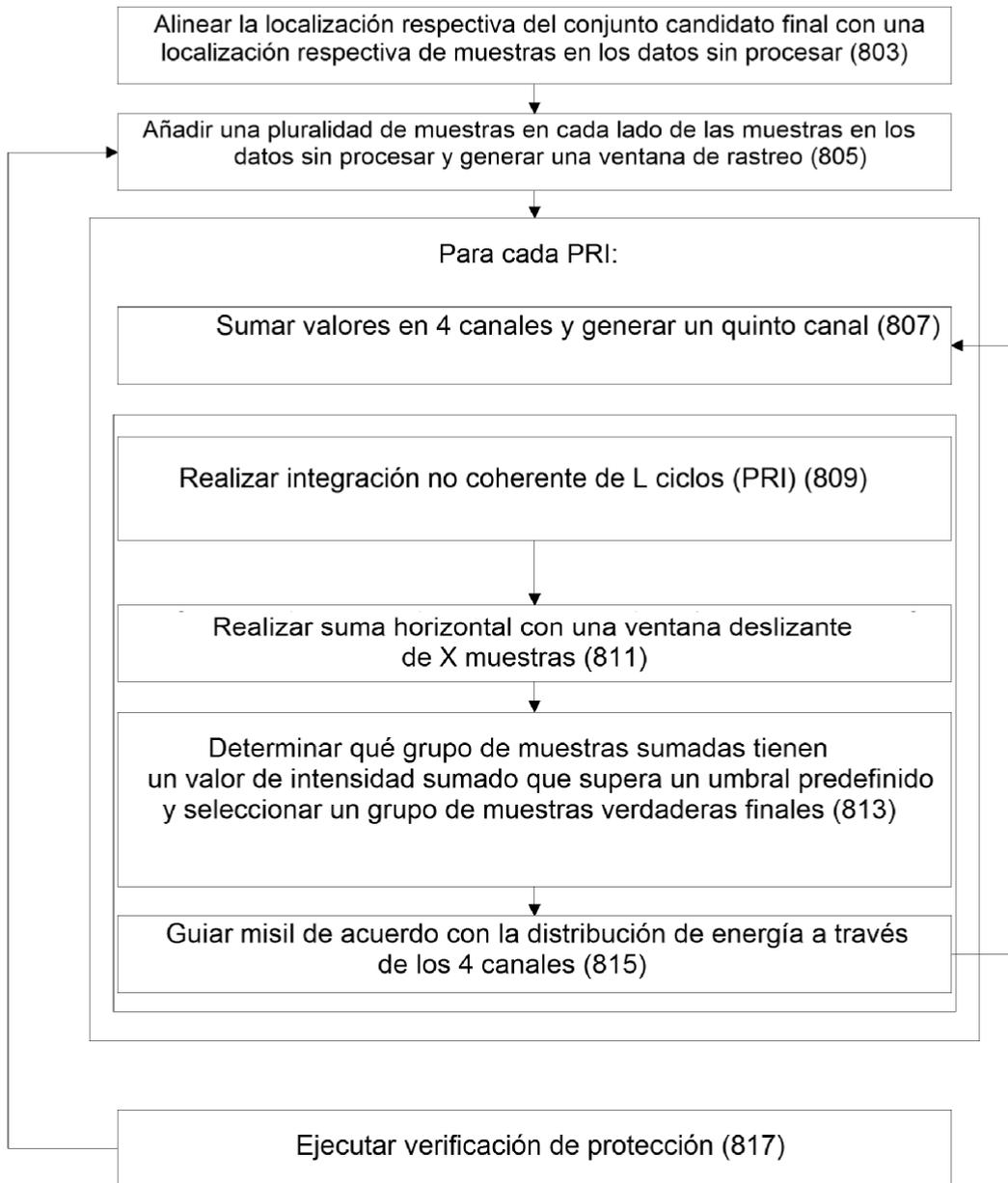


Fig. 8

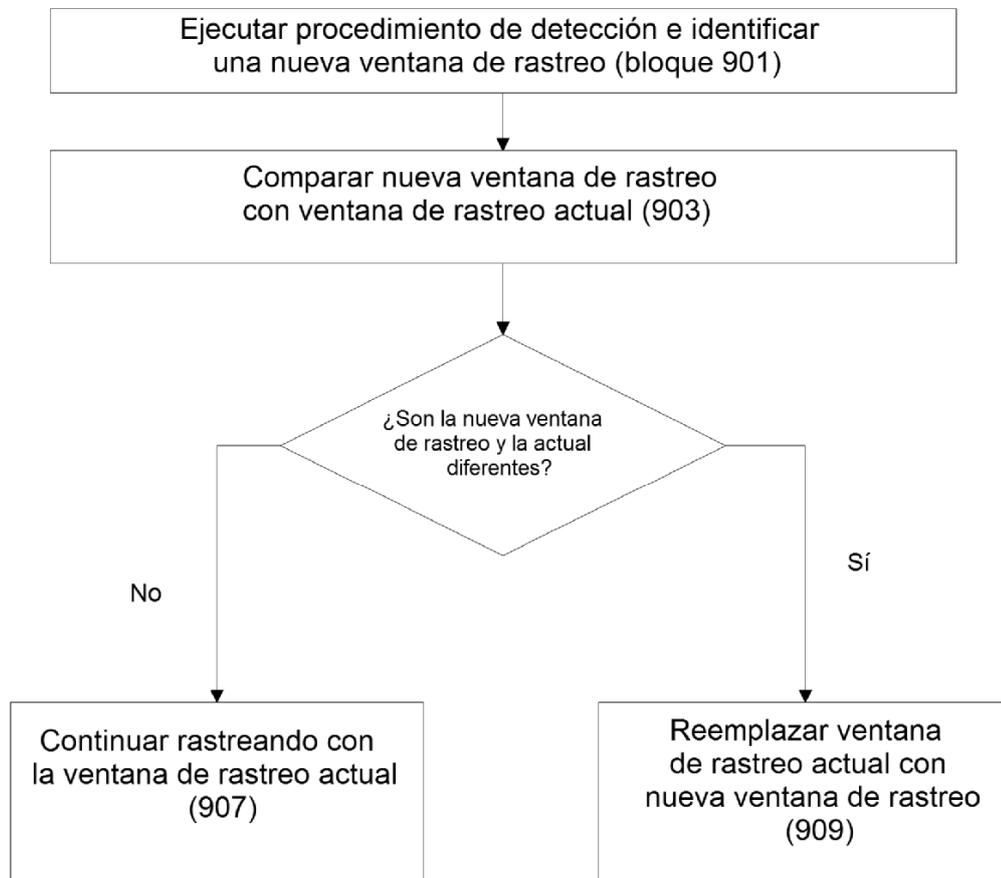


Fig. 9