

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 644 075**

51 Int. Cl.:

G01S 7/48 (2006.01)

G01S 3/783 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **03.01.2012 PCT/IL2012/050002**

87 Fecha y número de publicación internacional: **12.07.2012 WO12093399**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.01.2012 E 12707658 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.07.2017 EP 2661642**

54 Título: **Sistema y método de alerta de amenaza de láser**

30 Prioridad:

03.01.2011 IL 21044311

04.07.2011 US 201161504249 P

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

27.11.2017

73 Titular/es:

ELBIT SYSTEMS LTD. (100.0%)

Advanced Technology Center Hof Hacarmel P.O.

Box 539

31053 Haifa, IL

72 Inventor/es:

DAVID, OFER;

YANIV, ELAD;

HERSHMAN, AKIVA y

SHUKRUN, AVI

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 644 075 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

Sistema y método de alerta de amenaza de láser

Campo de la técnica descrita

5 La técnica descrita se refiere generalmente a un sistema de alerta de amenazas contra objetivos militares, y más particularmente, a un sistema de alerta de amenaza basada en láser instalada en un vehículo militar.

Antecedentes de la técnica descrita

10 El combate militar moderno implica una multitud de sistemas de armas asistidas por láser. Tales sistemas incluyen armas guiadas por láser en las que un misil o proyectil es desplegado contra un objetivo por medio de un haz de láser y localizadores de láser para detectar la distancia y la dirección de un objetivo potencial. Los vehículos blindados son particularmente susceptibles a los ataques enemigos asistidos por láser. Los sistemas de alerta por láser son utilizados por las fuerzas armadas para proporcionar una indicación inmediata de la radiación láser que está dirigida a ellos y para permitir la rápida puesta en marcha de una respuesta apropiada para actuar en contra de la amenaza inminente. Tales sistemas de alerta generalmente miden y monitorizan diversos parámetros asociados con la amenaza entrante, tal como la dirección de llegada de la amenaza. Estos parámetros pueden ser tenidos en cuenta al actuar contra la amenaza. Considerando que el personal militar hace a menudo frente a circunstancias que amenazan la vida, el tiempo de respuesta tiene una importancia crítica en tales situaciones, y todo el proceso desde la detección de la amenaza entrante para poner en práctica la contrarrespuesta tiene que ser ejecutado muy rápidamente, no dejando virtualmente tiempo a cualesquiera procedimientos de verificación superfluos o para una segunda toma de decisiones.

20 Si el sistema de alerta de láser es suficientemente sensible puede también recibir alertas resultantes de una transmisión de láser por una fuerza militar amiga próxima, o incluso de la misma fuerza militar en la que está instalado el sistema de alerta. Las reflexiones de láser en objetos o interferencias en el entorno circundante pueden conseguir que el sistema de alerta láser lleve a una alerta errónea de una amenaza enemiga entrante. Ciertos escuadrones de tanques militares utilizan un tipo de formación de "hombre ala", similar a las de los aviones de combate, en la que un tanque está situado junto a y ligeramente detrás del tanque guía en la misma unidad, lo que aumenta además la posibilidad de detección de la transmisión de láser amigo por el sistema de alerta de láser.

30 La Publicación Internacional PCT N° WO 2006/067781 de Elbit Systems Ltd, titulada "Detección de dirección de láser", está dirigida a un aparato para determinar la presencia de una radiación láser de baja potencia originaria de una fuente. Un sensor de radiación detecta la radiación entrante y convierte la radiación en una señal digital. Un detector de umbral produce una indicación de amenaza potencial cuando la señal supera un nivel de umbral. Un contador cuenta el número de indicaciones de amenaza potencial dentro de un cierto período y produce una indicación de amenaza si el recuento supera un cierto valor. El aparato determina además el ángulo de llegada de la radiación. Un par de sensores de radiación está situado en diferentes lugares espaciales detrás de una abertura. Cada sensor de radiación detecta una respectiva porción de la radiación entrante y convierte la radiación en una señal eléctrica respectiva, la cual es integrada por un integrador. La dirección de la radiación se determina basándose en las relativas cantidades de las respectivas señales integradas.

40 La Patente de EEUU N° 7.202.809 de Schade y otros, titulada "Sistema de protección activo de actuación rápida", describe un sistema de protección activo para vehículos militares que maneja amenazas de granadas impulsadas por cohetes (RPG) disparadas desde cerca. Una pluralidad de sensores pasivos se usa para localizar la amenaza e iniciar el sistema. Se usa un radar de bajo coste o un rastreador de radares para determinar el alcance, la velocidad, y la posición angular de la amenaza.

45 La Patente de EEUU N° 4.674.874 de Halldorsson y otros titulada "Dispositivo de detección de láseres" está dirigida a un dispositivo para detectar la presencia y la dirección de una radiación de láser periódicamente interrumpida o modulada en intensidad. Un primer medio de detección de la radiación de láser detecta la radiación de láser desde cualquiera de una pluralidad de direcciones y genera una señal de inicio inmediatamente después de la incidencia de la radiación de láser. Un segundo medio de detección de la radiación de láser detecta la radiación de láser desde cualquiera de una pluralidad de direcciones y genera una señal de detención retardada por una cantidad seleccionada desde la señal de comienzo dependiendo de la dirección desde la cual vino la radiación de láser. El segundo medio de detección de la radiación de láser incluye unos receptores ópticos para recibir la radiación de láser y un detector para detectar la ocurrencia de la radiación de láser. El retardo se fija utilizando elementos o fibras de acoplamiento óptico de diferentes longitudes y que solapan las direcciones de incidencia, extendiéndose los elementos de acoplamiento óptico desde los receptores ópticos hasta el detector.

Compendio de la técnica descrita

55 De acuerdo con un aspecto de la técnica descrita, se ha proporcionado de este modo un sistema de alerta de amenaza de láser configurado para detectar la presencia de una radiación de láser transmitida por una fuente de amenaza. El sistema de alerta de amenaza de láser incluye una pluralidad de detectores de láser separados espacialmente configurados para recibir la radiación de láser entrante, al menos un mecanismo de filtrado

5 configurado para filtrar ruido y recepciones sin importancia, y al menos un mecanismo de identificación de amenaza configurado para identificar positivamente una amenaza y determinar las características de la amenaza. El mecanismo de filtrado incluye un mecanismo de umbral ajustable, un mecanismo de filtrado de correlación, y un mecanismo de evitación del fuego amigo. El mecanismo de umbral ajustable está configurado para ajustar dinámicamente un nivel de umbral de al menos uno de los detectores de láser, el nivel de umbral seleccionado adaptativamente de acuerdo con las condiciones de luz ambiental detectadas por al menos un detector de luz ambiental. El mecanismo de filtrado de correlación está configurado para determinar que la radiación de láser entrante está asociada con una fuente de amenaza válida si la radiación de láser llega dentro de un intervalo de tiempo predeterminado a los detectores de láser separados espacialmente, y para determinar que la radiación de láser entrante resulta del ruido si la radiación de láser no llega dentro del intervalo de tiempo predeterminado a los detectores de láser separados espacialmente. El mecanismo de evitación del fuego amigo está configurado para filtrar la radiación de láser detectada transmitida por una fuente de no amenaza, basada en una señal de radiación electromagnética (EMR) procedente de la fuente de no amenaza. El mecanismo de identificación de la amenaza incluye: un mecanismo temporal de creación de mapas y un mecanismo de primera llegada. El mecanismo temporal de creación de mapas está configurado para generar mapas de impulsos temporales de los impulsos de entrada obtenidos muestreando la radiación de láser entrante, y para identificar y caracterizar una fuente de amenaza desde la que se origina un impulso de entrada comparando la creación de mapas de impulsos con los registros de bases de datos de amenaza. El mecanismo de primera llegada está configurado para determinar a cuál de los detectores de láser la radiación de láser entrante llegó primero, basada en las marcas de tiempo de detección de los detectores de láser.

De acuerdo con otro aspecto de la técnica descrita, se ha proporcionado así un método para detectar la presencia de la radiación de láser transmitida por una fuente de amenaza. El método incluye además el procedimiento de recibir la radiación de láser entrante con una pluralidad de detectores de láser espacialmente separados. El método incluye además los procedimientos de: filtrar el ruido y las recepciones irrelevantes usando al menos un mecanismo de filtrado, e identificando positivamente la fuente de amenaza usando al menos un mecanismo de identificación de amenaza. El mecanismo de filtrado incluye: un mecanismo de umbral ajustable, un mecanismo de filtrado de correlación, y un mecanismo de evitación del fuego amigo. El mecanismo de umbral ajustable ajusta dinámicamente un nivel de umbral de al menos uno de los detectores, el nivel de umbral seleccionado adaptativamente de acuerdo con las condiciones de luz ambientales detectadas por al menos un detector de luz ambiental. El mecanismo de filtrado de correlación determina que la radiación de láser entrante está asociada con una fuente de amenaza válida si la radiación de láser llega dentro de un intervalo de tiempo predeterminado a los detectores de láser separados espacialmente, y determina que la radiación de láser entrante resulta del ruido si la radiación del láser no llega dentro de un intervalo de tiempo predeterminado a los detectores de láser separados espacialmente. El mecanismo de evitación del fuego amigo filtra la radiación de láser transmitida por una fuente de no amenaza, basándose en una señal de radiación electromagnética (EMR) procedente de la fuente de no amenaza. El mecanismo de identificación de amenaza incluye: un mecanismo de creación de mapas temporal y un mecanismo de primera llegada. El mecanismo de creación de mapas temporal genera la creación de mapas de impulsos temporales de los impulsos de entrada obtenidos muestreando la radiación de láser entrante, e identifica y caracteriza una fuente de amenaza desde la cual se origina un impulso de entrada comparando las creaciones de mapas de impulsos con los registros de la base de datos de amenaza. El mecanismo de primera llegada determina a cuál de los detectores de láser llegó primero la radiación de láser entrante, basándose en las marcas de tiempo de detección de los detectores de láser.

Breve descripción de los dibujos

La técnica descrita será entendida y apreciada más completamente a partir de la siguiente descripción detallada tomada conjuntamente con los dibujos, en los que:

la Figura 1 es una ilustración esquemática de un sistema de alerta de láser, realizado y operativo de acuerdo con una realización de la técnica descrita;

la Figura 2 es una ilustración esquemática de una vista desde arriba de un vehículo militar blindado instalado con el sistema de alerta de láser de la Figura 1;

la Figura 3 es un diagrama de flujos de un método para detectar, identificar, caracterizar y responder a una amenaza de láser, operativa de acuerdo con una realización de la técnica descrita;

la Figura 4 es un diagrama de flujos de un método para filtrar el ruido de la luz ambiental ajustando dinámicamente un umbral del nivel de ruido basándose en las condiciones de luz ambiental detectadas, operativas de acuerdo con una realización de la técnica descrita;

la Figura 5 es un diagrama de flujos de un método para filtrar el ruido de la luz ambiental basándose en criterios de correlación de la temporización de la radiación de láser por detectores de láser (impacto) separados, operativo de acuerdo con una realización de la técnica descrita;

la Figura 6 es una ilustración esquemática de la operación de un sistema de alerta de amenaza de láser con capacidades de identificación de no amenaza, realizado y operativo de acuerdo con una realización de la técnica descrita.

5 la Figura 7 es un diagrama de flujos de un método para filtrar la radiación de láser recibida transmitida por una fuente de no amenaza, operativo de acuerdo con una realización de la técnica descrita;

La Figura 8 es un diagrama de flujos de un método para identificar y caracterizar las amenazas basándose en la creación de mapas de impulsos de la radiación de láser recibida, operativo de acuerdo con una realización de la técnica descrita; y

10 la Figura 9 es un diagrama de flujos de un método para determinar la dirección de la amenaza basándose en dónde fue recibida la radiación láser llegada primero de entre múltiples detectores de láser (impacto), operativos de acuerdo con una realización de la técnica descrita.

Descripción detallada de las realizaciones

15 La técnica descrita supera las desventajas de la técnica anterior al proporcionar un sistema de alerta de amenaza de láser y un método que rápida y efectivamente filtra ruidos y detecciones irrelevantes, mientras que identifica y caracteriza una amenaza entrante basada en láser, permitiendo una respuesta apropiada para ser tomada contra la amenaza.

A continuación se hace referencia a las Figuras 1 y 2. La Figura 1 es una ilustración esquemática de un sistema de alarma de amenaza, generalmente con la referencia 100, realizado y operativo de acuerdo con una realización de la técnica descrita. La Figura 2 es una vista esquemática desde arriba de un vehículo militar blindado, generalmente con la referencia 140, con el sistema de alerta de amenaza de láser de la Figura 1 instalado. El sistema de alerta de amenaza de láser (LTWS) 100 incluye una unidad de sensor 102 y una unidad de control central 104. La unidad de sensor 102 está acoplada con la unidad de control central 104. La unidad de sensor 102 incluye un módulo detector 106 y un módulo de procesamiento 108. El módulo detector 106 está acoplado con el módulo procesador 108. El módulo detector 106 incluye una pluralidad de detectores de láser 110 ("impacto") de reconocimiento de impacto, una pluralidad de detectores de láser 112, una pluralidad de detectores de láser espectral 114, una pluralidad de detectores de láser 116 de ángulo de llegada, y un detector 117 de luz ambiental. El módulo de procesamiento 108 incluye un convertidor analógico/digital (A/D) 118, una memoria 120, un mecanismo de umbral ajustable 122, un mecanismo 124 de filtrado de correlación, un mecanismo 126 de evitación del fuego amigo, un mecanismo 130 de creación de mapas temporal, y un mecanismo de primera llegada 132. La unidad de control central 104 incluye un receptor 128 de radiofrecuencia (RF), un mecanismo de primera llegada 132, un procesador de datos 134, y una memoria 136. El módulo detector 106 comunica con el módulo de procesamiento 108, con la unidad de control central 104, o con una unidad de sistema externa a través de una interfaz 131 de comunicación de banda ancha, tal como un enlace de comunicación Ethernet. El LTWS 100 está acoplado con una unidad de contramedidas de amenaza por medio del enlace 133. El mecanismo 122 de umbral ajustable, el mecanismo 124 de filtrado, el mecanismo 126 de evitación del fuego amigo, el mecanismo 130 de creación de mapas temporal, y el mecanismo de primera llegada 132 puede cada uno estar realizado por al menos un dispositivo de soporte físico, al menos un módulo de soporte lógico, o una combinación de ellos, y puede cada uno ser parte de un dispositivo de soporte físico general o un módulo de soporte lógico (por ejemplo, en el módulo de procesamiento 108), o puede ser un dispositivo de soporte físico especializado o un módulo de soporte lógico. El módulo de procesamiento 108 está generalmente realizado por un circuito integrado, tal como una disposición de puertas de campo programable (FPGA). La unidad de sensor 102 y la unidad de control central 104 está cada una generalmente alojada dentro de un único alojamiento. Se ha apreciado que la Figura 1 representa una configuración ejemplar del sistema de alerta de amenaza de láser de la técnica descrita, y cualquiera de los componentes del LTWS 100 puede estar dispuesto o realizado de una manera alternativa. Por ejemplo, el detector 117 de luz ambiental puede estar integrado con al menos uno de los detectores de láser 110, 112, 114 o 116. Se ha advertido además que algunos de los componentes del LTWS 100 representados en la Figura 1 pueden ser opcionales. Por ejemplo, el LTWS 100 puede incluir solamente algunos tipos de detectores de láser 110, 112, 114 o 116, o unos detectores de láser equivalentes alternativos.

50 Con referencia a la Figura 2, las unidades de sensor 102 están dispuestas a lo largo del perímetro exterior del vehículo militar blindado 140, sustancialmente separado equidistantemente, de modo que el área de cobertura de todos los módulos detectores 106 conjuntamente abarca toda el área circundante (esto es, proporcionando un campo de cobertura de 360°). Por ejemplo, cada módulo detector 106 hace frente y recibe la radiación entrante procedente de una respectiva esquina del vehículo militar blindado 140. Se ha observado que cada módulo detector 106 puede incluir cualquier número de detectores de láser de cada tipo. En una realización ejemplar del LTWS 100 el módulo detector 106 incluye cuatro detectores de impacto 110, cuatro detectores de potencia 112, cuatro detectores espectrales 114, cuatro detectores 116 del ángulo de llegada, y un único detector 117 de luz ambiental.

55 Un vehículo militar blindado 140 puede ser, por ejemplo, un tanque de combate, un carro blindado, un transporte personal blindado, y similares. La unidad de control central 104 está dispuesta en un lugar apropiado en la parte exterior superior del vehículo militar blindado 140, tal como afuera en un lado, cerca de la torreta 142. Un vehículo

militar blindado 140 incluye además una unidad externa de contramedidas de amenaza, la cual puede estar parcialmente incorporada en el cañón principal 144.

5 En general, cuando una fuerza militar enemiga activa un sistema de armas asistido por láser dirigido contra el vehículo militar blindado 140, al menos un módulo detector 106 detecta la radiación de láser entrante (por medio de los detectores de láser 110, 112, 114 y 116). El LTWS 100 procesa la radiación de láser detectada y filtra el ruido y otras entradas extrañas usando al menos un mecanismo de filtrado (por ejemplo, un mecanismo 122 de umbral ajustable, un mecanismo 124 de filtrado de correlación, un mecanismo 126 de evitación del fuego amigo). El LTWS 100 determina si la radiación de láser detectada originada desde una amenaza con base en láser (por ejemplo, un misil guiado por láser), usando al menos un mecanismo de identificación de amenaza (por ejemplo, un mecanismo 130 de creación de mapas temporal, un mecanismo de primera llegada 132). Si se considera que la radiación de láser detectada no es de una amenaza, entonces es ignorada (es decir, no se toma ninguna medida adicional). No obstante, si se identifica una amenaza como positiva, el LTWS 100 procede a caracterizar la alarma, a determinar una información adicional asociada con la amenaza, y después responder a la amenaza de una manera óptima.

15 A continuación se hace referencia a la Figura 3, la cual es un diagrama de flujos de un método para detectar, identificar, caracterizar y responder a una amenaza de láser, operativo de acuerdo con una realización de la técnica descrita. En el procedimiento 202 se recibe la radiación de láser entrante. Con referencia a las Figuras 1 y 2, los detectores de láser 110, 112, 114 y 116 de las unidades de sensor 102 en un vehículo militar blindado 140 detectan la radiación de láser entrante.

20 En el procedimiento 204, el ruido y las recepciones irrelevantes son filtrados. El procedimiento 204 puede ser puesto en práctica por tres procedimientos independientes y mutuamente inclusivos. En el procedimiento 206 el ruido de la luz ambiental es filtrado ajustando dinámicamente un nivel de umbral de ruido basándose en las condiciones de luz ambiental detectadas usando un mecanismo de umbral ajustable. Con referencia a la Figura 1 el mecanismo 122 de umbral ajustable filtra el ruido de la luz ambiental recibido por el módulo detector 106, como se detalla a continuación aquí más adelante en la Figura 4. En el procedimiento 208, el ruido de la luz ambiental es filtrado basándose en los criterios de correlación de la temporización de la radiación de láser recibida por detectores de láser separados, usando un mecanismo de filtro de correlación. Con referencia a la Figura 1, el mecanismo 124 de filtro de correlación filtra el ruido de la luz ambiental recibida por el módulo detector 106 como se detalla a continuación aquí más adelante en la Figura 5. En el procedimiento 210 la radiación de láser transmitida por una fuente de no amenaza es filtrada usando un mecanismo de evitación del fuego amigo. Con referencia a la Figura 1, el mecanismo 126 de evitación del fuego amigo filtra la radiación de láser recibida por el módulo detector 106 transmitida por fuentes de no amenaza (por ejemplo, por un vehículo militar blindado amigo próximo) como se detalla a continuación aquí más adelante en las Figuras 6 y 7.

35 En el procedimiento 211 la radiación de láser es muestreada para obtener una secuencia de impulsos de entrada. Con referencia a la Figura 1, cada detector de láser activado 110, 112, 114, 116 muestrea la radiación de láser para generar una secuencia de impulsos de entrada, los cuales son convertidos en las correspondientes señales digitales por medio del convertidor A/D 118.

40 En el procedimiento 212 una amenaza es identificada y se determinan las características de la amenaza. El procedimiento 212 puede ser puesto en práctica por dos procedimientos separados y mutuamente inclusivos. En el procedimiento 214 la amenaza se identifica y caracteriza basándose en la creación de mapas de impulsos de la radiación de láser recibida usando un mecanismo de creación de mapas temporal. Con referencia a la Figura 1, el mecanismo 130 de creación de mapas temporal identifica y caracteriza la amenaza usando creaciones de mapas de impulsos, como se detalla a continuación aquí más adelante en la Figura 8. En el procedimiento 216 la dirección de amenaza se determina basándose en dónde la radiación de láser recibida llegó primero entre múltiples detectores de láser (impacto) usando un mecanismo de primera llegada. Con referencia a la Figura 1, cuando múltiples detectores 110 de impacto de láser del módulo detector 106 reciben una radiación simultáneamente, el mecanismo de primera llegada 132 determina en qué detector 110 de láser de impacto la radiación llegó inicialmente (es decir, no obstante brevemente antes de alcanzar los otros detectores 110 de impacto de láser), que a continuación se usa para determinar el ángulo de llegada de la amenaza, como se detalla a continuación aquí más adelante en la Figura 9.

50 En el procedimiento 218 se aplica una contramedida contra la amenaza. Con referencia a las Figuras 1 y 2, el LTWS 100 activa la unidad de contramedidas de amenaza para desactivar o desviar la amenaza, tal como transmitiendo una señal de reclamo en una frecuencia apropiada para hacer que el misil guiado por láser cambie su trayectoria (es decir, una "contramedida mortal suave"), o golpeando y destruyendo la amenaza tal como disparando un arma al misil entrante (es decir, una "contramedida mortal dura").

55 De acuerdo con un aspecto de la técnica descrita, el LTWS 100 filtra el ruido de la luz ambiental recibido por el módulo detector 106 usando un mecanismo de umbral ajustable 122. A continuación se hace referencia a la Figura 4 que es un diagrama de flujos de un método para filtrar el ruido de la luz ambiental ajustando dinámicamente un nivel de umbral de ruido basándose en las condiciones de luz ambiental detectadas, operativo de acuerdo con una realización de la técnica descrita. El método de la Figura 4 corresponde al procedimiento 206 de la Figura 3.

En el procedimiento 222 las condiciones de la luz ambiental se detectan con al menos un detector de luz ambiental. Con referencia a las Figuras 1 y 2, el detector 117 de luz ambiental recibe una luz ambiental desde el área que rodea el vehículo militar blindado 140. La cantidad o intensidad de la luz recibida por el detector 117 de luz ambiental puede ser una función de la hora del día, la estación, el clima, la topografía, la geografía, y varios otros factores. Por ejemplo, el detector 117 de luz ambiental detectará claramente menos luz durante la noche que durante el día. El detector 117 de luz ambiental puede estar incorporado en un fotodetector (por ejemplo, un fotodiodo) o cualquier otro tipo de sector operativo para detectar luz en la escala visible. Se ha observado que el término "luz ambiental" tal como se usa aquí no está limitado a la luz del sol o luz naturalmente ocurrente, sino que también abarca otros tipos de fuentes de luz "falsas" (es decir, otra que la radiación de láser). Por ejemplo, la luz ambiental puede resultar de una fuente de luz electromagnética, tal como una luz de destello.

En el procedimiento 224 se selecciona adaptativamente un nivel de umbral de acuerdo con las condiciones de luz ambiental detectadas. Con referencia a la Figura 1, el mecanismo 122 de umbral ajustable recibe una entrada de luz ambiental detectada procedente del detector 117 de luz ambiental y determina un nivel de umbral para la intensidad de luz por debajo del cual la radiación recibida es ignorada (es decir, es considerada como un "ruido"). El nivel de umbral se actualiza continuamente en tiempo real basándose en las lecturas actualizadas del detector 117 de luz ambiental.

En el procedimiento 226, al menos un detector de láser de impacto se ajusta de acuerdo con el nivel de umbral seleccionado. Con referencia a las Figuras 1 y 2, el LTWS 100 altera la sensibilidad de al menos un detector de láser de impacto 110 en al menos una unidad de sensor 102 para que coincida con el nivel umbral seleccionado. En particular, el detector de láser 110 está configurado para permitir la entrada (es decir, para detectar la radiación y activar el convertidor A/D 118) si el nivel de intensidad de la radiación de láser entrante es superior al nivel de umbral seleccionado, y para rechazar la entrada (es decir, el convertidor A/D 118 no es activado) si el nivel de intensidad de la radiación de láser entrante es inferior al nivel de umbral seleccionado. Por ejemplo, durante la noche al sensibilidad del detector de láser 110 puede fijarse para ser mucho mayor, y de este modo facilitar una detección más rápida (y la subsiguiente identificación y caracterización de la amenaza) que durante el día, ya que el nivel de luz ambiental es mucho más bajo durante la noche. Se ha observado que cualquier número de unidades de sensor 102 puede ser ajustada basándose en el nivel de umbral seleccionado (es decir, no necesariamente todos ellos). El mecanismo 122 de umbral ajustable permite que el LTWS 100 mantenga la detección e identificación efectivas de las amenazas sin estar restringido a un nivel de umbral asociado con una situación de luz ambiental del "peor caso" (por ejemplo, en la mitad del día, en terreno árido, cuando la insolación es extrema, y similares) con el fin de impedir la detección equivocada de ruido (es decir, impulsos de entrada resultantes de la luz ambiental).

En el procedimiento 228 la radiación de láser entrante se detecta con al menos un detector de láser de impacto. Con referencia a las Figuras 1 y 2, el detector de láser de impacto 110 detecta y averigua la presencia de radiación de láser en la vecindad de un vehículo militar blindado 140.

En el procedimiento 230 la radiación de láser entrante se determina para resultar del ruido de la luz ambiental si los niveles de intensidad de los correspondientes impulsos de entrada son inferiores al nivel de umbral seleccionado. Con referencia a las Figuras 1 y 2, el mecanismo 122 de umbral ajustable procesa los impulsos de entrada (correspondientes a la radiación de láser recibida por el detector de láser 110) y si el nivel de intensidad de los impulsos es inferior al nivel de umbral seleccionado actual, los impulsos de entrada se considera que resultan de la luz ambiental y son ignorados. Por ejemplo, el nivel de umbral puede ser seleccionado en un valor que está entre el nivel medio de intensidad de un impulso de entrada válido basándose en la amenaza (esto es, no resultante del ruido) y el nivel medio de intensidad de un impulso de entrada basándose en el ruido durante las condiciones de luz ambiental actuales. Esto asegura que el número de positivas falsas (es decir, impulsos de entrada basados en el ruido identificados equivocadamente como impulsos de entrada basados en amenaza) se mantiene suficientemente bajo mientras se facilita la detección efectiva de positivos verdaderos (es decir, impulsos de entrada reales basados en amenaza). Por ejemplo, durante la noche el nivel de luz ambiental es mínimo, lo que permite la utilización de un nivel de umbral inferior para proporcionar la detección efectiva de las entradas de amenaza reales (es decir, no ruido) mientras se mantiene el mismo grado de filtrado de ruido preciso.

En el procedimiento 232 el ruido de la luz ambiental identificada se ignora. Con referencia a la Figura 1, el LTWS 100 ignora los impulsos de entrada que tienen un nivel de intensidad inferior al nivel de intensidad seleccionado. Se ha observado que la selección de umbral y otro procesamiento puede ser puesto en práctica basándose en la señal analógica (esto es, de la radiación detectada) o en la señal digital (esto es, los impulsos correspondientes generados por un convertidor A/D 118).

De acuerdo con otro aspecto de la técnica descrita, el LTWS 100 filtra el ruido de la luz ambiental recibido por el módulo detector 106 usando el mecanismo 124 de filtrado de correlación. A continuación se hace referencia a la Figura 5, la cual es un diagrama de flujos de un método para filtrar el ruido de la luz ambiente basándose en los criterios de correlación de la temporización de la radiación de láser recibida por detectores de láser (impacto) separados, operativos de acuerdo con una realización de la técnica descrita. El método de la Figura 5 corresponde al procedimiento 208 de la Figura 3.

En el procedimiento 241, la radiación de láser entrante se detecta en una unidad de sensor individual con una pluralidad de detectores de láser de impacto espacialmente separados. Con referencia a las Figuras 1 y 2, para una unidad de sensor individual 102, al menos dos detectores 110 de láser de impacto separados detectan y verifican la presencia de radiación de láser en la vecindad de un vehículo militar blindado 140.

5 En el procedimiento 242, si la radiación de láser llega simultáneamente a detectores de láser de impacto separados, entonces la radiación de láser se determina que está asociada con una amenaza válida. El término “simultáneo” y sus variaciones gramaticales tal como se usan aquí no están limitados a sucesos que ocurren en una ocurrencia exacta o precisa, sino que pueden implicar desviaciones y solapes de tiempo apropiados, y de este modo también abarca un breve período de tiempo antes y/o un breve período de tiempo después de la duración considerada. En consecuencia, si se describe un primer suceso como estando realizado “simultáneamente” con un segundo suceso, entonces al menos una parte del primer suceso puede también ocurrir, por ejemplo inmediatamente antes, inmediatamente después, y/o durante el segundo suceso. Con referencia a las Figuras 1 y 2, el mecanismo 124 de filtrado de correlación examina la hora precisa (es decir, la “marca de tiempo”) en la que la radiación fue detectada por cada detector 110 de láser de impacto. En particular, las correspondientes señales digitales de cada uno de los detectores 110 de láser de impacto es introducida en un comparador (no mostrado), y después el mecanismo 124 de filtrado de correlación determina la sincronización de la salida del comparador (por ejemplo, multiplicando las dos señales). Si las marcas de tiempo de los detectores de láser 110 activados están dentro de un intervalo de tiempo predeterminado, significa que la radiación llegó a todos los detectores de láser 110 activados simultáneamente, entonces esa radiación de láser es considerada como resultante de una amenaza basada en láser válida. La radiación de láser procedente de una amenaza entrante necesariamente alcanzará muchos (y usualmente todos) los detectores de láser 110 de una unidad de sensor 102 esencialmente simultáneamente ya que la radiación se propaga a la velocidad de la luz.

En el procedimiento 244, si la radiación de láser no llega simultáneamente a los detectores de láser de impacto separados, entonces se determina que la radiación de láser está asociada con ruido. Con referencia a las Figuras 1 y 2, el mecanismo 124 de filtrado de correlación examina la marca de tiempo de cada detector 110 de láser de impacto. En particular, las correspondientes señales digitales procedentes de cada uno de los detectores 110 de láser de impacto activados se introduce en el comparador (no mostrado), y a continuación el mecanismo 124 de filtrado de correlación determina la sincronización de la salida del comparador (por ejemplo, multiplicando las dos señales). Si las marcas de tiempo de los detectores 110 de láser de impacto activados no están dentro de un determinado período de tiempo, que significa que la radiación no llegó simultáneamente a todos los detectores 110 de láser activados, entonces se considera que la radiación de láser resulta del ruido. La radiación de láser procedente de una amenaza entrante necesariamente alcanzará múltiples detectores 110 de láser de una unidad de sensor 102 esencialmente simultáneamente, en tanto que la radiación debida al ruido, tal como la luz ambiental, es altamente improbable que sea recibida simultáneamente por diferentes detectores separados espacialmente debido a que el ruido es temporalmente aleatorio y debido a que cada señal de ruido influye diferentemente en cada detector (debido a las diferencias físicas entre los detectores).

Si se correlaciona la temporización de la radiación de láser recibida por unidades de sensor 102 separadas (es decir, la radiación de láser llegada simultáneamente a todos los detectores de láser 110 activados), y se determina que la radiación de láser está asociada con una amenaza válida, entonces se muestrea y se procesa la radiación para identificar y caracterizar la amenaza (procedimiento 212 de la Figura 3).

Si la temporización de la radiación de láser recibida por unidades de sensor 102 separadas no es correlacionada (es decir, la radiación de láser llegó simultáneamente a todos los detectores de láser 110 activados), y se determina que la radiación de láser está asociada con ruido, entonces en el procedimiento 246, el ruido identificado es ignorado. Con referencia a la Figura 1, el LTWS 100 ignora la radiación de láser recibida que se considera que resulta del ruido.

Se ha observado que el procesamiento de la temporización de correlación de la radiación entrante puede ser puesto en práctica basándose en la señal analógica (es decir, de la radiación detectada) o en la señal digital (es decir, los correspondientes impulsos generados por el convertidor A/D 118). Las comparaciones de los tiempos de llegada en detectores de láser separados pueden ser puestas en práctica usando unos comparadores normales.

50 De acuerdo con un aspecto adicional de la técnica descrita, cuando una fuerza militar amiga en la vecindad de un vehículo militar blindado 140 activa un sistema de armas asistido por láser (por ejemplo, dirigido hacia una fuerza militar enemiga), la fuerza militar amiga proporciona una notificación al vehículo militar blindado 140 con el fin de impedir la detección equivocada del “fuego amigo” como una amenaza enemiga entrante. En consecuencia, la fuerza militar amiga transmite una señal de RF modulada de acuerdo con criterios de señal predeterminados para proporcionar la notificación. El receptor de RF 128 recibe la señal de RF transmitida y convierte la señal de RF en una correspondiente señal digital (por ejemplo, usando un convertidor A/D no mostrado). El módulo de procesamiento 108 procesa la señal digital, y si los criterios de señal predeterminados son identificados, determina que una fuerza militar amiga ha activado un sistema de armas asistido por láser en la vecindad del LTWS 100. El LTWS 100 es entonces consciente de que una radiación de láser específica fue detectada dentro de un breve período de tiempo antes de recibir la señal de RF (por ejemplo, dentro de 200 ms), se debe a una fuerza militar amiga y procederá a operar en consecuencia. Por ejemplo, el LTWS 100 puede desactivar todos los tipos

predeterminados de detección de láser de los mecanismos de alarma durante el intervalo de tiempo especificado (por ejemplo, desactivando el módulo detector 106), o alternativamente deteniendo todos los mecanismos de contramedidas durante el intervalo de tiempo especificado (por ejemplo, desactivando la unidad de contramedidas de amenaza a través del enlace 131). Una vez transcurrido el período de tiempo predeterminado se restablece el LTWS 100 y procede a responder a cualquier subsiguiente amenaza basada en láser entrante como siempre. Se ha apreciado que toda la duración del proceso de notificación es muy breve (por ejemplo, aproximadamente 200 ms), permitiendo al LTWS 100 identificar con éxito la amenaza basada en láser y poner en marcha una contramedida apropiada si fuera necesario, dentro de las limitaciones de tiempo implicadas (especialmente cuando se trata con amenazas cercanas). Los criterios de señal predeterminados utilizados en la señal de RF pueden implicar valores de amplitud, frecuencia, fase, o anchura de impulso específicos, y puede incluir cualquier tipo general de técnica de modulación conocida en la técnica, tal como la transmisión por impulsos codificados. La señal de RF puede también ser encriptada para impedir ser interpretada por las fuerzas enemigas si fuese interceptada. El receptor de RF 128 puede también incluir capacidades de transmisión (es decir, puede ser un transceptor de RF), para transmitir una señal de RF similar a una fuerza militar amiga vecina para la notificación de su propio despliegue de amenaza de láser. Se ha apreciado que el LTWS 100 puede alternativamente emplear componentes de transmisor de RF y receptor de RF separados. El receptor de RF 128 puede alternativamente estar integrado con un mecanismo 126 de evitación del fuego amigo. El receptor RF 128 puede incluir filtros, amplificadores, u otros componentes electrónicos (no mostrados) para permitir el adecuado procesamiento de la señal de RF detectada. Se ha apreciado que la señal de notificación puede alternativamente ser de otro tipo (es decir, no necesariamente de RF) y en otros intervalos de frecuencia en el espectro electromagnético. Por ejemplo, el LTWS 100 puede incluir un transceptor de RF para recibir y transmitir una señal de notificación óptica.

A continuación se hace referencia a la Figura 6, la cual es una ilustración esquemática de la operación de un sistema de alarma de amenaza de láser con capacidades de identificación de no amenaza, realizado y operativo de acuerdo con una realización de la técnica descrita. Los vehículos militares blindados 140 y 150 son fuerzas militares amigas, cada una con un mecanismo de evitación del fuego amigo instalado equivalente al mecanismo 126 (Figura 1) de evitación del fuego amigo. El vehículo militar blindado 150 emite una radiación de láser 154 hacia un objetivo enemigo conjuntamente con el despliegue de un sistema de armas asistido por láser. Inmediatamente siguiendo (por ejemplo, unos pocos microsegundos después de emitida la radiación de láser), el vehículo militar blindado 150 transmite una señal de notificación de RF 152. Alternativamente, el vehículo militar blindado 150 puede transmitir una señal 152 de notificación de RF inmediatamente antes de emitir la radiación de láser 154, o sustancialmente simultáneamente a ella. El vehículo militar blindado 140 en la inmediata vecindad del vehículo militar blindado 150 recibe la señal transmitida 152 y decodifica la señal como se ha indicado antes aquí, obteniendo una indicación de un despliegue de amenaza basada en láser por una fuerza amiga. Una unidad de sensor 102 en el vehículo militar blindado 140 recibe una radiación reflejada 156, surgida de la incidencia de la radiación de láser 154 con una fuente de interferencia 158. La fuente de interferencia 158 puede ser cualquier objeto o entidad en el entorno, tal como una roca, un árbol, una nube, polvo, humo, lluvia, nieve, partículas atmosféricas, calina, y similares, que resulta de la radiación de láser emitida 154 que es reflejada como radiación reflejada 156 hacia el vehículo militar blindado 140. Se ha observado que la radiación reflejada 156 puede experimentar múltiples reflexiones o refracciones antes de alcanzar los detectores de láser del vehículo militar blindado 140. El mecanismo de evitación del fuego amigo del vehículo militar blindado 140 reconoce la radiación recibida 156 cuando llega procedente de una fuente militar amiga debido a la señal 152 de notificación de RF recibida concurrente con la radiación de láser recibida, y procede en consecuencia. De este modo se impide una alarma no deseada y la aplicación de contramedidas contra el vehículo militar blindado 150.

Una unidad militar (por ejemplo, un pelotón, un batallón, un escuadrón, un regimiento, una brigada, y similar) puede emplear un grupo de vehículos militares blindados, cada uno de los cuales tiene instalado un sistema de alarma de amenaza de láser con capacidades de identificación de no amenaza (usando el mecanismo 126 de evitación del fuego amigo). De esta manera, cada vehículo militar blindado en el grupo es capaz de notificar/recibir una notificación a/desde otros vehículos militares blindados en el grupo, con respecto al despliegue del sistema de armas asistido por láser amigo. De acuerdo con una realización de la técnica descrita, una pluralidad de grupos militares emplea el mecanismo 126 de evitación del fuego amigo, en donde cada grupo tiene su propia encriptación asociada o criterio de señales para la señal de notificación de RF 152. Un vehículo militar blindado particular puede estar provisto de solamente capacidades de recepción de notificación (es decir, el mecanismo de evitación de fuego amigo incluye solamente un receptor de RF), tal como si ese vehículo no incluyera capacidades de sistema de armas asistidas por láser. Alternativamente, un vehículo militar blindado particular puede estar provisto solamente con capacidades de transmisión de notificación (es decir, el mecanismo de evitación de fuego amigo incluye solamente un transmisor de RF). El receptor de RF 128 (Figura 1) generalmente incluye capacidades tanto de transmisión como de recepción. El LTWS 100 puede también estar dirigido para operar en un "modo de espera", en el que los mecanismos de identificación de no amenaza (por ejemplo, el mecanismo 126 de evitación del fuego amigo) están desconectados durante un intervalo de tiempo especificado.

Se debería observar que la señal de notificación de RF 152 puede generalmente ser transmitida a un vehículo militar blindado amigo para significar la transmisión entrante de cualquier tipo de radiación electromagnética que pueda ser detectada equivocadamente como estando asociada con una amenaza, es decir, no necesariamente para significar la radiación de láser en particular (por ejemplo, conjuntamente con el despliegue de un sistema de arma asistido por

láser). Por ejemplo, el vehículo militar blindado 150 puede transmitir una señal de notificación de RF 152 para significar el despliegue de fuego de artillería. El vehículo militar blindado 140 recibe y decodifica la señal transmitida 152 para obtener una indicación de que el reciente fuego de artillería y cualquier radiación asociada detectada de este modo resultó de una fuerza amiga más que de una fuente potencial de amenaza enemiga.

5 A continuación se hace referencia a la Figura 7, la cual es un diagrama de flujos de un método para filtrar la radiación de láser recibida transmitida por una fuente de no amenaza, operativa de acuerdo con una realización de la técnica descrita. El método de la Figura 7 corresponde al procedimiento 210 de la Figura 3.

En el procedimiento 262 una señal de RF que significa que se ha activado un transmisor de láser próximo de no amenaza, es recibida con un receptor de RF. Con referencia a las Figuras 1 y 6, el receptor 128 de la unidad de control 104 recibe una señal de notificación de RF 152 transmitida desde el vehículo militar blindado 150.

En el procedimiento 264 la señal de RF recibida es convertida en una señal digital y procesada para confirmar la transmisión de láser de no amenaza. Con referencia a las Figuras 1 y 6, el receptor 128 convierte la señal de notificación 152 de RF recibida en una señal digital, la cual es procesada por el mecanismo 126 de evitación del fuego amigo.

15 Si se confirma una transmisión de láser de no amenaza, entonces en el procedimiento 266 la radiación de láser recibida es identificada como originaria de una fuente de no amenaza. Con referencia a las Figuras 1 y 6, si el mecanismo 126 de evitación del fuego amigo identifica unos predeterminados criterios de señal (por ejemplo, relativos a la amplitud, frecuencia, fase, anchura de impulso, y similar) en la señal de notificación de RF 152, entonces el mecanismo 126 de evitación del fuego amigo determina que la radiación de láser entrante 156 se originó en una fuente de no amenaza (es decir, el vehículo militar blindado 150).

En el procedimiento 268 los mecanismos de contramedida son detenidos durante un período de tiempo predeterminado después de recibir la señal de RF. Con referencia a las Figuras 1 y 6, el LTWS 100 detiene o desactiva la unidad de contramedidas de amenaza (por medio del enlace 131) o los componentes del sistema asociados durante un breve período de tiempo después de recibir una señal de notificación de RF 152.

25 En el procedimiento 270 los mecanismos de detección o alerta de láser están desactivados durante un período de tiempo predeterminado después de recibir la señal de RF. Con referencia a las figuras 1 y 6, el LTWS 100 desactiva el módulo detector 106 o los componentes de alerta del sistema asociados durante un breve período de tiempo después de recibir la señal 152 de notificación de RF. Se ha observado que los procedimientos 268 y 270 pueden ser realizados independientemente uno de otro, o en combinación. Alternativamente, el LTWS 100 puede poner en práctica una respuesta diferente después de la identificación de un despliegue de amenaza basada en láser procedente de una fuente de no amenaza.

Si no está confirmada una transmisión de láser de no amenaza, entonces en el procedimiento 272 la radiación de láser recibida es considerada como originaria de una fuente de amenaza y se poner en práctica una contramedida seleccionada contra la amenaza. Con referencia a las Figuras 1 y 6, si un mecanismo 126 de evitación del fuego amigo falla en identificar los criterios de señal predeterminados (por ejemplo, relativos a la amplitud, frecuencia, fase, anchura del impulso, y similares) en la señal 152 de notificación, o alternativamente si no se ha recibido una señal de notificación de RF en absoluto, entonces el LTWS 100 determina que la radiación de láser entrante está originada desde una fuente de amenaza (no mostrada), y activa la unidad de contramedidas de amenaza contra la amenaza inminente.

40 De acuerdo con otra realización más de la técnica descrita, el LTWS 100 identifica y caracteriza las amenazas basadas en láser entrantes usando el mecanismo 130 de creación de mapas temporal. A continuación se hace referencia a la Figura 8, la cual es un diagrama de flujos de un método para identificar y caracterizar las amenazas basadas en creaciones de mapas de impulsos de la radiación de láser recibida, operativa de acuerdo con una realización de la técnica descrita. El método de la Figura 8 corresponde al procedimiento 214 de la Figura 3.

45 En el procedimiento 281 la radiación de láser entrante es detectada usando al menos un detector de láser (impacto). Con referencia a las Figuras 1 y 2, el detector 110 de láser de impacto detecta y verifica la presencia de radiación de láser en la vecindad del vehículo militar blindado 140.

En el procedimiento 282 la radiación de láser es muestreada a una alta tasa de muestreo para obtener una secuencia de impulsos de entrada. Con referencia a la Figura 1, el detector 110 de láser de impacto muestrea la radiación de láser a una tasa de muestreo particularmente alta para generar una secuencia de impulsos de entrada, los cuales son convertidos en las correspondientes señales digitales por medio del convertidor A/D 118. El término "alta tasa de muestreo" se refiere a una tasa de muestreo que generalmente es mayor que las tasas de muestreo de impulsos del detector de láser normales.

55 En el procedimiento 284, si la radiación de láser detectada cumple los criterios de tipo de amenaza, los mapas de impulsos de entrada son creados generando un patrón de firma basándose en las características del impulso para cada impulso de entrada. Con referencia a la Figura 1, algunos de los detectores de láser 110 de impacto de una unidad de sensor 102 filtran la radiación recibida que corresponde a ciertos tipos de amenaza. Por ejemplo, un grupo

de detectores 110 de láser de impacto bloquea la entrada asociados con telémetros de láser (LRF) o indicadores de láser mientras pasan a través de la entrada asociados con misiles de guiado de haces. Además, cada detector de láser 110 puede incluir un filtro espectral específico operativo para filtrar ciertas longitudes de onda. El aislamiento de tipos particulares de entrada puede ser realizado por medio de la anchura de banda del amplificador o el filtro de los detectores de láser 110. Se aprecia que los detectores de láser del módulo detector 106 puedan alternativamente pasar a través de toda la radiación de láser recibida para procesamiento. Si la radiación detectada no es filtrada, el mecanismo de creación de mapas temporal 130 procesa los impulsos de entrada (que corresponden a la radiación de láser recibida por el detector de láser 110) y genera una creación de mapas temporal de cada impulso. La creación de mapas incluye un modelo de características del impulso como una función del tiempo, tal como la frecuencia, amplitud, intensidad, modulación, y similares. La creación de mapas por ejemplo puede estar incorporada por una pluralidad de gráficos o tablas de características de impulso variable.

En el procedimiento 286 las creaciones de mapas de impulsos son comparadas con una base de datos de amenaza. Con referencia a la Figura 1, la memoria 120 incluye una base de datos de información previamente almacenada que asocia diferentes tipos de amenazas con características de señales. Por ejemplo, la base de datos puede incluir características de impulsos (por ejemplo, frecuencia, amplitud, modulación, y similares) como una función del tiempo para diferentes amenazas basadas en láser. El mecanismo 130 de creación de mapas temporal compara la creación de mapas de impulsos generada con los contenidos de la base de datos de amenazas. Una copia de la base de datos de amenazas puede también ser almacenada en la memoria 136 de la unidad de control central 104.

En el procedimiento 287 se ha determinado que el impulso de entrada se origina en una fuente de amenaza si la creación de mapas de impulsos asociados se corresponde con un registro de bases de datos de amenazas dentro de un grado de precisión seleccionado. Con referencia a la Figura 1, si el mecanismo 130 de creación de impulsos temporal identifica un registro en la base de datos de amenaza (esto es, una información asociada con una amenaza particular basada en láser) que hace corresponder una creación de mapas de impulsos o una secuencia de creaciones de mapas de impulsos consecutivos, entonces esa amenaza particular es identificada como habiendo iniciado la radiación de láser recibida. Una correspondencia puede ser verificada si un predeterminado número de características de la creación de mapas de impulsos está dentro de un margen predeterminado de las correspondientes características de la amenaza en el registro de la base de datos. Se ha observado que la base de datos de amenazas puede también incluir información asociada con diferentes tipos de señales de ruido esperadas (por ejemplo, esperadas comúnmente que surjan). En consecuencia, el mecanismo 130 de creación de impulsos temporal puede utilizar la base de datos de amenazas para determinar que la radiación de láser recibida resultó de un particular tipo de ruido, si las características de creación de mapas de impulsos se corresponden con las características asociadas de un registro de ruidos en la base de datos. Una vez identificada una amenaza, el LTWS 100 procede a caracterizar la amenaza entrante y a determinar información en tiempo real (por ejemplo, velocidad, alcance, situación y dirección de la amenaza) y a preparar la puesta en marcha de una contramedida apropiada. Se ha observado que el procesamiento y la creación de mapas de la radiación entrante puede ser aplicada basándose en la señal analógica (es decir, la radiación detectada) o la señal digital (es decir, los correspondientes impulsos generados por el convertidor A/D 118).

En el procedimiento 288 las características adicionales de la amenaza se determinan basándose en las creaciones de mapas de impulsos. Con referencia a la Figura 1, la base de datos de amenazas (en la memoria 120 o la memoria 136) incluye una información diferente asociada con la amenaza, tal como el tipo de fuente de láser usado (por ejemplo, diodo o estado sólido), el tipo de amenaza, la gravedad de la amenaza, las posibles fuentes enemigas, las opciones de respuesta, y similares. En consecuencia, una vez que una amenaza entrante se ha identificado positivamente, el mecanismo 130 de creación de mapas temporal identifica una información posterior asociada con la amenaza entrante que aparece en el registro de la base de datos para esa amenaza. Esta información es a continuación usada por el LTWS 100 para ayudar a determinar una contramedida apropiada para poner en marcha contra la amenaza.

Se ha observado que la identificación y clasificación de la amenaza puede ser puesta en marcha por un mecanismo independiente (es decir, otro distinto al mecanismo 130 de creación de mapas temporal). Por ejemplo, un mecanismo de clasificación de amenaza independiente puede ser asociado con diferentes tipos de amenaza. Cada mecanismo de clasificación de amenaza puede estar incorporado por dispositivos de soporte físico y/o módulos de soporte lógico individuales o múltiples.

Se ha observado nuevamente que el mecanismo 130 de creación de mapas temporal facilita la detección de múltiples amenazas dirigidas simultáneamente al LTWS 100, ya que la decisión con respecto al tipo de amenaza generalmente requiere unos pocos milisegundos.

En el procedimiento 289 el impulso de entrada es posteriormente procesado en la unidad de control central si la creación de mapas de impulsos asociados no corresponde con cualquier registro de base de datos. Con referencia a la Figura 1, si el mecanismo 130 de creación de mapas temporal falla en identificar cualquier registro en la base de datos (es decir, una información asociada con una amenaza basada en láser particular) que hace corresponder una creación de mapas de impulsos (o una secuencia de creaciones de mapas de impulsos consecutivos), entonces el impulso de entrada es enviado a la unidad de control central 104 para procesamiento adicional (por ejemplo para identificar si está asociado con una amenaza, y si lo está, con qué tipo de amenaza).

De acuerdo con otra realización adicional más de la técnica descrita, el LTWS 100 determina a qué detector de láser la radiación llegó inicialmente cuando múltiples detectores de láser están activados simultáneamente, usando el mecanismo de primera llegada 132. A continuación se hace referencia a la Figura 9, que es un diagrama de flujos de un método para determinar la dirección de la amenaza basándose en dónde la radiación de láser recibida llegó primero desde múltiples detectores de láser (impacto), operativos de acuerdo con una realización de la técnica descrita. El método de la Figura 9 corresponde al procedimiento 216 de la Figura 3.

En el procedimiento 291 la radiación de láser entrante se detecta simultáneamente por múltiples detectores de láser separados (impacto). Con referencia a las Figuras 1 y 2, diferentes, diferentes detectores de láser 110 de impacto de múltiples (es decir, al menos 2) unidades de sensor 102 son activadas simultáneamente (por ejemplo dentro de un período de tiempo predeterminado de uno con otro) debido a la presencia de la radiación de láser en la vecindad del vehículo militar blindado 140. Generalmente, la radiación de láser procedente de una amenaza entrante alcanzará múltiples unidades de sensor 102 en casi el mismo momento. Se ha observado que los detectores de láser 110 filtran opcionalmente la radiación recibida que corresponde a ciertos tipos de amenaza, como se ha descrito antes aquí (Figura 8). Por ejemplo, un detector de láser 110 bloquea la entrada asociada con radiación de rayos infrarrojos (IR), mientras que pasa a través de la entrada asociada con telémetros de láser (LRF), que típicamente implican un único impulso que es muy breve en duración (y por lo tanto es probable que llegue simultáneamente a múltiples unidades de sensor 102). Por consiguiente, un detector de láser 110 se considera activado sólo si pasa a través (esto es, no filtra) la radiación detectada.

Los detectores de láser 110 de diferentes unidades de sensor 102 pueden estar comunicativamente acopladas en configuraciones bien "síncronas" o "asíncronas". En una configuración síncrona cada detector de láser 110 está enlazado con cada otro detector de láser 110 del LTWS 100, y puede transmitir/recibir datos directamente a/desde otros detectores de láser. En una configuración asíncrona los detectores de láser 110 no están directamente enlazados entre sí, sino que más bien están enlazados a través de la unidad de control central 104 y transmiten/reciben datos con ella.

En el procedimiento 292 un detector de láser (impacto) activado solicita marcas de tiempo de detección de cada uno de los otros detectores de láser (impacto) activados por medio de enlaces de comunicación directa entre los detectores de láser (impacto). Con referencia a la Figura 1, si los detectores de láser 110 están configurados síncronamente (es decir, de modo que cada detector de láser 110 está directamente enlazado con cada uno de los otros detectores de láser 110 del LTWS 100), entonces un detector de láser 110 activado envía una solicitud directa a cada otro detector de láser 110 activado para obtener la marca de tiempo de su más reciente detección de radiación de láser. Cada detector de láser de impacto 110 incluye una información de temporización que significa cuándo exactamente la radiación fue detectada inicialmente (es decir, una "marca de tiempo de detección"), y que es registrada por el detector de láser 110 tras la activación. Por ejemplo, cada detector de láser de impacto 110 incluye un reloj interno sincronizado con la unidad de control central 104 que se usa para rastrear la temporización de la radiación detectada.

En el procedimiento 293 una unidad de control central solicita la detección de marcas de tiempo de cada detector de láser de impacto activado por medio de enlaces de comunicación entre los detectores de láser de impacto y la unidad de control central. Con referencia a la Figura 1, si los detectores de láser 110 están configurados asíncronamente es decir, de modo que cada detector de láser 110 está solamente enlazado directamente con la unidad de control central 104), entonces la unidad de control central 104 envía una solicitud directa a cada detector de láser 110 activado para obtener la marca de tiempo de detección de su más reciente detección de radiación de láser.

En el procedimiento 294 se ha determinado en cuál de los detectores de láser (impacto) activados la radiación de láser llegó primero, basándose en todas las marcas de tiempo de la detección. Con referencia a las Figuras 1 y 2, el mecanismo de primera llegada 132 recibe todas las marcas de tiempo de detección del módulo detector 106 (configuración síncrona) o de la unidad de control central 104 (configuración asíncrona). El mecanismo de primera llegada 132 analiza todas las marcas de tiempo de detección y determina en qué detector de láser 110 activado (es decir, a qué unidad de sensor 102) la radiación de láser entrante llegó primero, basándose en qué detector de láser 110 tiene la marca de tiempo más temprana.

En el procedimiento 295 el ángulo de llegada de la amenaza entrante se determina a partir del ángulo del detector del láser de llegada en la unidad de sensor del primer detector del láser (impacto) de llegada. Con referencia a las Figuras 1 y 2, la unidad de control central 104 recibe los datos asociados con el ángulo de llegada de la radiación de láser detectada a partir del ángulo del detector 116 del láser de llegada de la unidad de sensor 102 en la que la radiación de láser fue determinada que llegó primero. La unidad de control central 104 determina el ángulo de llegada de la amenaza entrante, y el LTWS 100 procede a determinar la información asociada con la amenaza (por ejemplo, la discriminación de potencia, la discriminación de longitud de onda, y similar), y para poner en práctica una contramedida apropiada. Se ha apreciado que una configuración síncrona de módulos detectores 108 permite una rápida determinación del detector de láser 110 de primera llegada en comparación con una configuración asíncrona.

De acuerdo con una realización de la técnica descrita el LTWS 100 determina las prioridades para responder a múltiples amenazas recibidas simultáneamente considerando los tiempos de llegada y otros parámetros de la

radiación de láser recibida. La unidad de control central 104 recibe datos de temporización de detectores de láser 110 de impacto de cada unidad de sensor 102 activada, datos de potencia de detectores de láser 112 de potencia de cada unidad de sensor 102 activada, datos de longitud de onda de detectores de láser 114 espectral de cada unidad de sensor 102 activada, y datos del ángulo de llegada de los detectores de láser 116 de llegada de cada
5 unidad de sensor 102 activada. La unidad de control central 104 analiza todos los datos y aplica pesos relativos a los diversos parámetros usando un algoritmo apropiado. Por ejemplo, los datos analizados pueden incluir los siguientes parámetros para cada amenaza respectiva: qué unidad de sensor 102 detectó la radiación de láser, qué detectores 110 de láser de impacto en la unidad de sensor 102 detectaron la radiación de láser, la potencia de la radiación de láser, la longitud de onda de la radiación de láser, el ángulo de llegada de la radiación de láser, el tipo de amenaza,
10 el momento de llegada, y similares. Estos parámetros se introducen en el algoritmo, con diferentes pesos (esto es, correspondientes a su importancia relativa) asignados a cada categoría de parámetro para producir una caracterización general de la amenaza. La unidad de control central 104 puede también utilizar información relevante adicional en el algoritmo, tal como datos predefinidos y/o datos de tiempo real recibidos de otros componentes del LTWS 100 (por ejemplo, una indicación del mecanismo 130 de creación de mapas temporal si la radiación detectada
15 corresponde a una amenaza real). La caracterización de la amenaza incluye la determinación de qué amenaza llegará primero basándose en la información de marca de tiempo recibida, y además incluye determinar la dirección relativa de cada amenaza entrante con respecto al vehículo militar blindado 140 basándose en los datos del ángulo de llegada recibidos de los respectivos detectores de láser 116 (ángulo de llegada). La unidad de control central 104 determina a cuál de las amenazas entrantes LTWS 100 habría que responder primero, basándose en los resultados
20 del análisis de todos los parámetros de los datos recibidos (apropiadamente ponderados usando el algoritmo). La unidad de control central 104 puede concluir que la amenaza entrante que se espera que llegue primero debería también ser tratada primero, aunque éste no es siempre el caso. Por ejemplo, si un tipo de amenaza de mayor gravedad o peligro potencial se espera que llegue enseguida después de un tipo de amenaza de menor gravedad o peligro potencial, a la amenaza de mayor peligro potencial se le debe asignar una mayor prioridad para la respuesta.
25 En general, el análisis utiliza todos los parámetros conocidos de las amenazas entrantes junto con cualquier información relevante adicional con el fin de alcanzar una decisión óptima para las respectivas prioridades de respuesta respectivas. Una vez que se ha determinado la primera llegada, el LTWS 100 procede a determinar la información adicional asociada con las amenazas entrantes, y a poner en marcha una contramedida apropiada.

De acuerdo con otra realización de la técnica descrita, el LTWS 100 puede ser instalado en un tipo diferente de
30 dispositivo militar (es decir, otro distinto de un vehículo blindado), tal como en la vecindad de un puesto de guardia o estación o cualquier otro tipo de estructura militar, fija o móvil. De acuerdo con una posterior realización de la técnica descrita, el LTWS 100 puede ser instalado en un dispositivo no militar tal como cualquier estructura general o lugar que se pretenda asegurar o proteger.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema (100) de alerta de amenaza de láser, configurado para detectar la presencia de una radiación de láser transmitida por una fuente de amenaza, comprendiendo dicho sistema de alerta de láser:
- una pluralidad de detectores de láser (106) separados espacialmente para recibir una radiación de láser entrante;
- 5 al menos un mecanismo de filtrado (122, 124, 126) configurado para filtrar ruido y recepciones irrelevantes; y
- al menos un mecanismo de identificación de amenaza (130, 132) configurado para identificar positivamente dicha amenaza y determinar las características de dicha amenaza;
- en donde dicho mecanismo de filtrado comprende:
- 10 un mecanismo de umbral ajustable (122) configurado para ajustar dinámicamente un nivel de umbral de al menos uno de dichos detectores de láser, dicho nivel de umbral seleccionado adaptativamente de acuerdo con las condiciones de luz ambiental detectadas por al menos un detector de luz ambiental;
- caracterizado por un
- 15 mecanismo (124) de filtrado de correlación, configurado para determinar que dicha radiación de láser entrante está asociada con una fuente de amenaza válida si dicha radiación de láser llega dentro de un intervalo de tiempo predeterminado a dicha pluralidad de detectores de láser separados espacialmente, y para determinar que dicha radiación de láser entrante resulta del ruido si dicha radiación de láser no llega dentro de dicho intervalo de tiempo predeterminado a dicha pluralidad de detectores de láser separados espacialmente; y
- un mecanismo (126) de evitación del fuego amigo configurado para filtrar la radiación de láser detectada transmitida por una fuente de no amenaza, basándose en una señal de radiación electromagnética (EMR) procedente de dicha
- 20 fuente de no amenaza; y
- en donde dicho mecanismo de identificación de la amenaza comprende:
- un mecanismo (130) de creación de mapas temporal configurado para generar unas creaciones de mapas de impulsos temporales de impulsos de entrada obtenidos muestreando dicha radiación de láser entrante, y para identificar y caracterizar una fuente de amenaza desde la cual se origina el impulso de entrada, comparando dichas
- 25 creaciones de mapas de impulsos con los registros de las bases de datos de amenazas; y
- un mecanismo de primera llegada (132) configurado para determinar a cuál de dichos detectores de láser dicha radiación de láser entrante llegó primero, basándose en las marcas de tiempo de detección de dichos detectores de láser.
- 30 2. El sistema de alarma de amenaza de láser de acuerdo con la reivindicación 1, en donde dicho mecanismo (126) de evitación del fuego amigo comprende:
- un receptor (128) configurado para recibir dicha señal de EMR (152) que indica la transmisión de un transmisor de láser de no amenaza próximo, y para convertir dicha señal de EMR en una señal digital; y
- un procesador acoplado con dicho al menos un receptor, dicho procesador configurado para procesar dicha señal digital, y para identificar dicha radiación de láser entrante (156) como originaria de una fuente de no amenaza (150) si dicha señal digital procesada comprende unas características de señal predeterminadas.
- 35 3. El sistema de alarma de amenaza de láser de acuerdo con la reivindicación 1, en donde dicho mecanismo (130) de creación de mapas temporal está configurado para determinar las características de dicha fuente de amenaza basada en dichas creaciones de mapas de impulsos, dichas características seleccionadas de la lista que consiste en:
- 40 tipo de fuente de láser;
- tipo de amenaza;
- gravedad de la amenaza; y
- posibles fuentes enemigas.
4. El sistema de alarma de amenaza de láser de acuerdo con la reivindicación 1, que además comprende una
- 45 unidad de control (104) configurada para determinar el ángulo de llegada de una amenaza entrante procedente de un detector de láser (116) del ángulo de llegada en una unidad de sensor (102) de dicho detector de láser determinado al que dicha radiación de láser entrante llegó primero.

5. El sistema de alarma de amenaza de láser de acuerdo con la reivindicación 1, que además comprende una unidad de control (104) configurada para determinar las prioridades para responder a múltiples amenazas entrantes, asignando a cada una de dichas amenazas entrantes una prioridad basándose en parámetros de la radiación recibida asociada con la amenaza.
- 5 6. El sistema de alarma de amenaza de láser de acuerdo con la reivindicación 1, en donde dicho sistema está dispuesto sobre una estructura seleccionada a partir de la lista que consta de:
- un vehículo militar blindado;
 - un puesto de guardia;
 - una estructura militar; y
- 10 una estructura no militar protegida.
7. El sistema de alarma de amenaza de láser de acuerdo con la reivindicación 1, en donde dichos detectores de láser son seleccionados a partir de la lista que consta de:
- un detector de láser (110) de reconocimiento de impactos;
 - un detector de láser (112) de potencia;
- 15 un detector de láser (114) espectral; y
- un detector de láser (116) del ángulo de llegada.
8. El sistema de alarma de amenaza de láser de acuerdo con la reivindicación 1, en donde al menos uno de dichos detectores de láser incluye al menos un filtro configurado para filtrar dicha radiación de láser entrante basándose en los criterios de filtrado seleccionados de la lista que consta de:
- 20 la longitud de onda; y
- la duración del impulso.
9. Un método para detectar la presencia de radiación de láser transmitida por una fuente de amenaza, comprendiendo dicho método el procedimiento de:
- recibir (202) la radiación de láser entrante con una pluralidad de detectores de láser separados espacialmente;
- 25 filtrar (204) el ruido y las recepciones irrelevantes usando al menos un mecanismo de filtrado (122, 124, 126); e
- identificar positivamente (212) dicha fuente de amenaza usando al menos un mecanismo de identificación de amenaza (130, 132);
- en donde dicho mecanismo de filtrado comprende:
- un mecanismo de umbral ajustable (122) para ajustar dinámicamente (206) un nivel de umbral de al menos uno de dichos detectores de láser, dicho nivel de umbral seleccionado adaptativamente de acuerdo con las condiciones de luz ambiental detectadas por al menos un detector de luz ambiental;
- 30 caracterizado por
- un mecanismo (124) de filtrado de correlación para determinar (208) que dicha radiación de láser entrante está asociada con una fuente de amenaza válida si dicha radiación de láser llega dentro de un intervalo de tiempo predeterminado a dicha pluralidad de detectores de láser separados espacialmente, y determinar que dicha radiación de láser entrante resulta del ruido si dicha radiación de láser no llega dentro de dicho intervalo de tiempo a dicha pluralidad de detectores de láser separados espacialmente; y
- 35 un mecanismo (126) de evitación del fuego amigo para filtrar (210) la radiación de láser detectada transmitida por una fuente de no amenaza, basada en una señal de la radiación electromagnética (EMR) procedente de dicha
- 40 fuente de no amenaza, y
- en donde dicho mecanismo de identificación de amenaza comprende:
- un mecanismo (130) de creación de mapas temporal para generar (214) creaciones de mapas de impulsos temporales de los impulsos de entrada obtenidos por muestreo de dicha radiación de láser entrante, y para identificar y caracterizar una fuente de amenaza a partir de la cual se origina un impulso de entrada, comparando
- 45 dichas creaciones de mapas de impulsos con los registros de la base de datos de amenazas; y

un mecanismo de primera llegada (132) para determinar (216) a cuál de dichos detectores de láser dicha radiación de láser entrante llegó primero, basándose en las marcas de tiempo de detección de dichos detectores de láser.

5 10. El método de acuerdo con la reivindicación 9, en donde dicho mecanismo (126) de evitación del fuego amigo recibe dicha señal EMR (152) que indica la transmisión de láser de no amenaza próximo, convierte dicha señal EMR en una señal digital, procesa dicha señal digital, e identifica dicha radiación de láser entrante (156) como originaria de una fuente (150) de no amenaza si dicha señal digital procesada comprende unas características de la señal predeterminadas.

10 11. El método de acuerdo con la reivindicación 9, en donde dicha radiación detectada es muestreada a una alta tasa de muestreo para obtener una secuencia de impulsos de entrada, y en donde dicho mecanismo (130) de creación de mapas temporal está configurado para obtener creaciones de mapas de impulsos de dichos impulsos de entrada generando un patrón de firma basándose en las características de los impulsos para cada uno de dichos impulsos de entrada, y para identificar si dichos impulsos de entrada se originan a partir de una fuente de amenaza, comparando las características de dichas creaciones de mapas de impulsos con una base de datos de amenazas que comprende una información de amenaza asociada con las características de los impulsos.

15 12. El método de acuerdo con la reivindicación 11, que además comprende el procedimiento de determinar las características (288) de dicha fuente de amenaza basándose en dichas creaciones de mapas de impulsos, dichas características seleccionadas de la lista consistentes en:

el tipo de fuente de láser;

el tipo de amenaza;

20 la gravedad de la amenaza; y

las posibles fuentes enemigas.

13. El método de acuerdo con la reivindicación 9, que además comprende el procedimiento de determinar el ángulo de llegada (295) de una amenaza entrante procedente de un detector de láser del ángulo de llegada en una unidad de sensor de dicho detector de láser determinado al cual dicha radiación de láser entrante llegó primero.

25 14. El método de acuerdo con la reivindicación 9, que además comprende el procedimiento de determinar unas prioridades para responder a las múltiples amenazas entrantes, asignando a cada una de dichas amenazas una prioridad basada en los parámetros de la radiación recibida asociada con la amenaza.

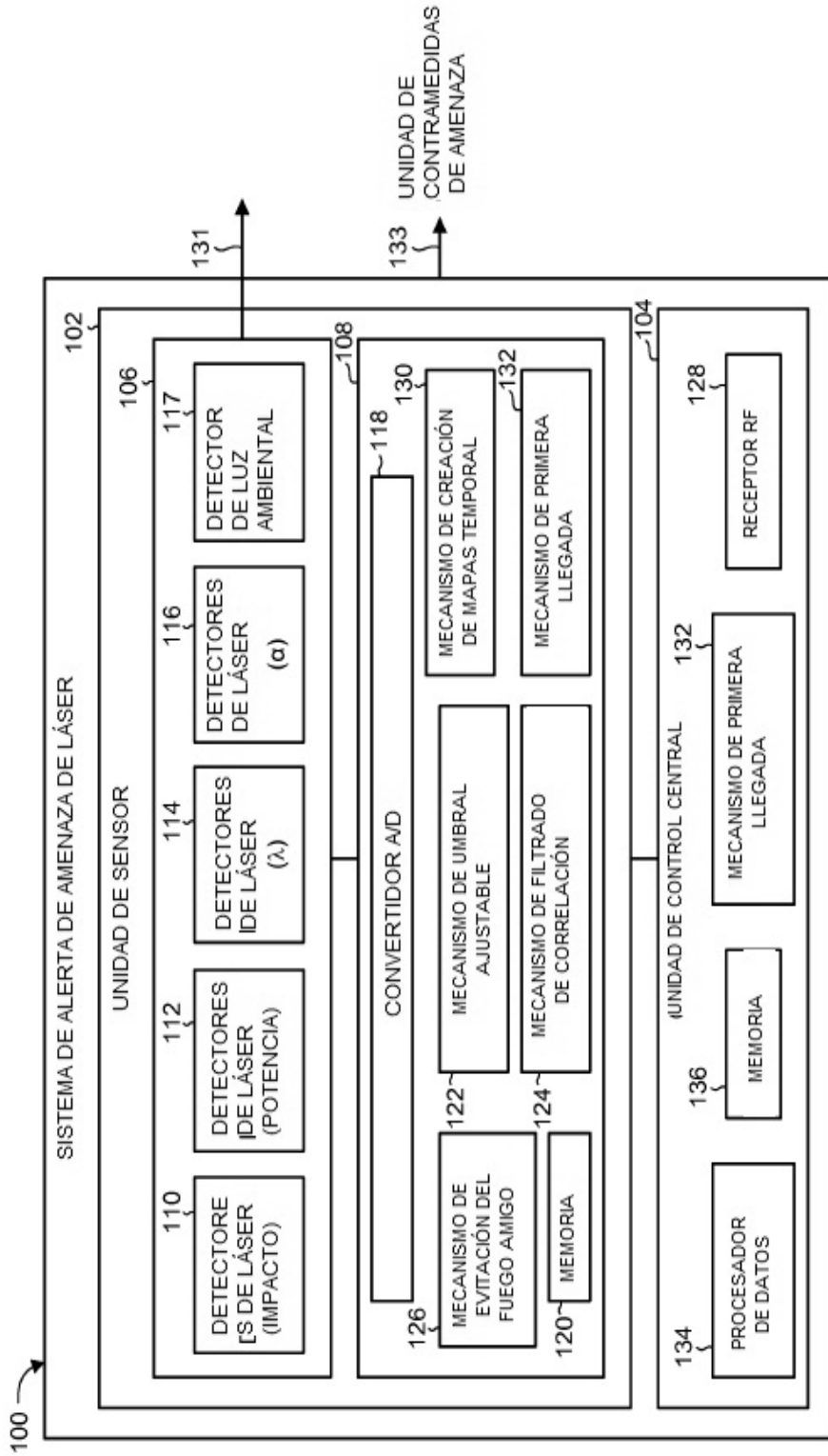


FIG. 1

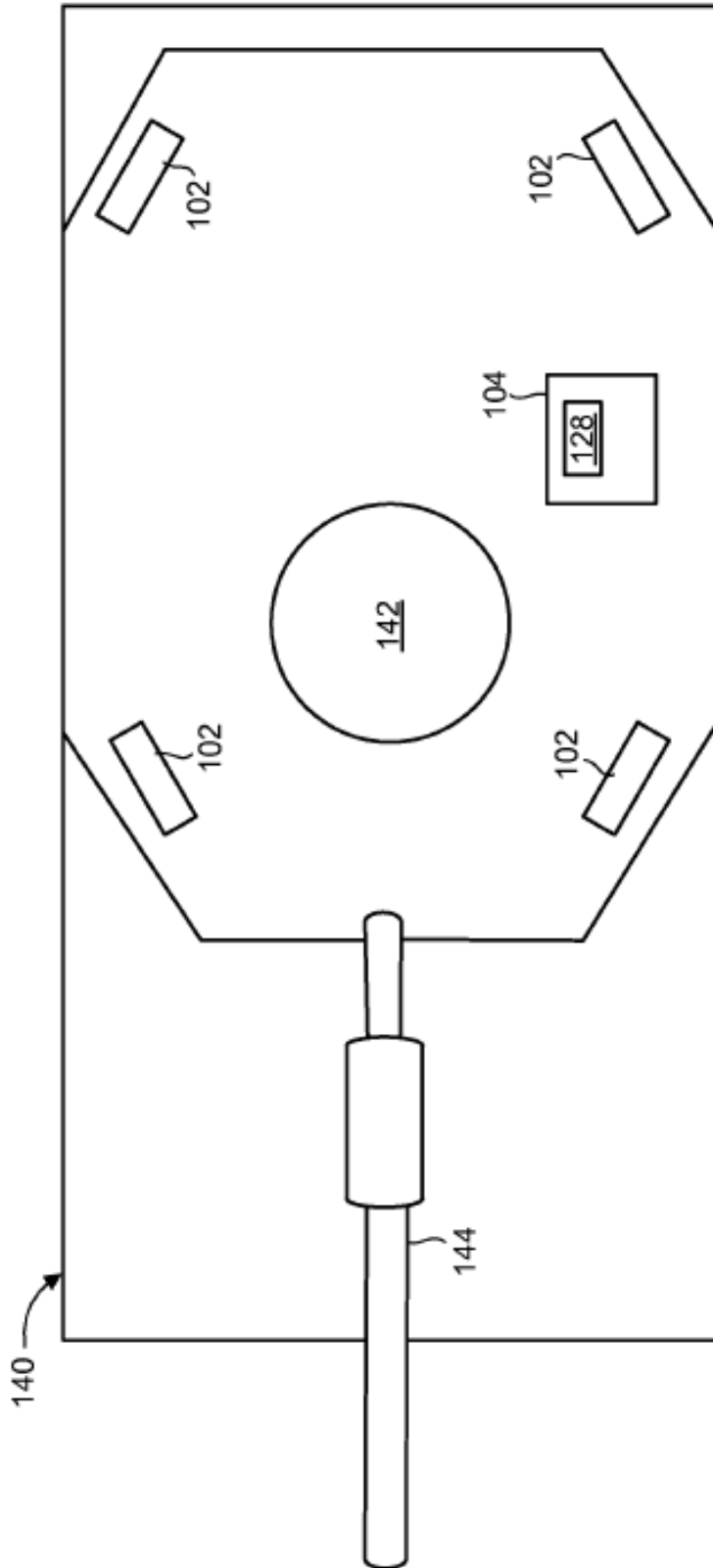


FIG. 2

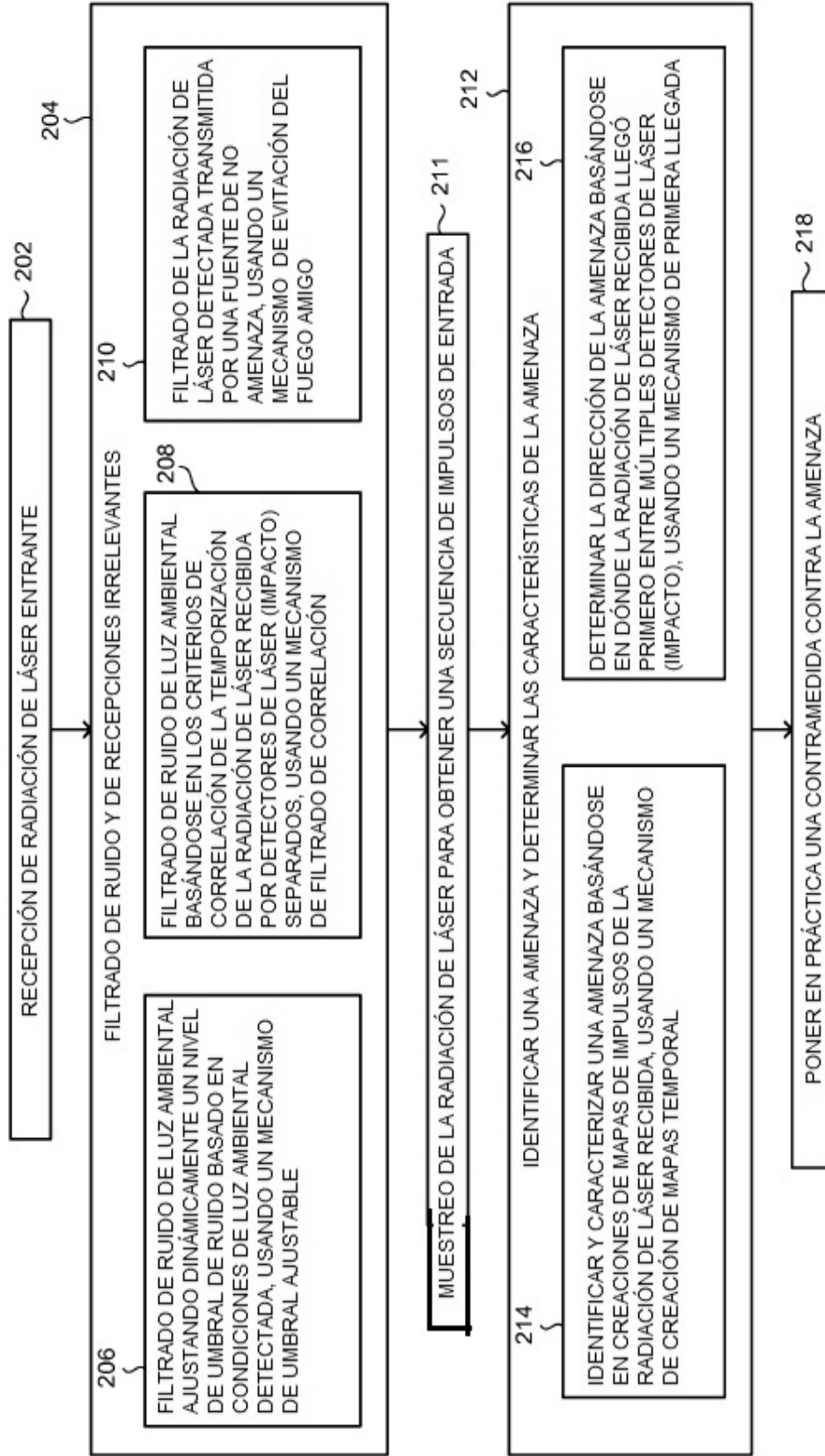


FIG. 3

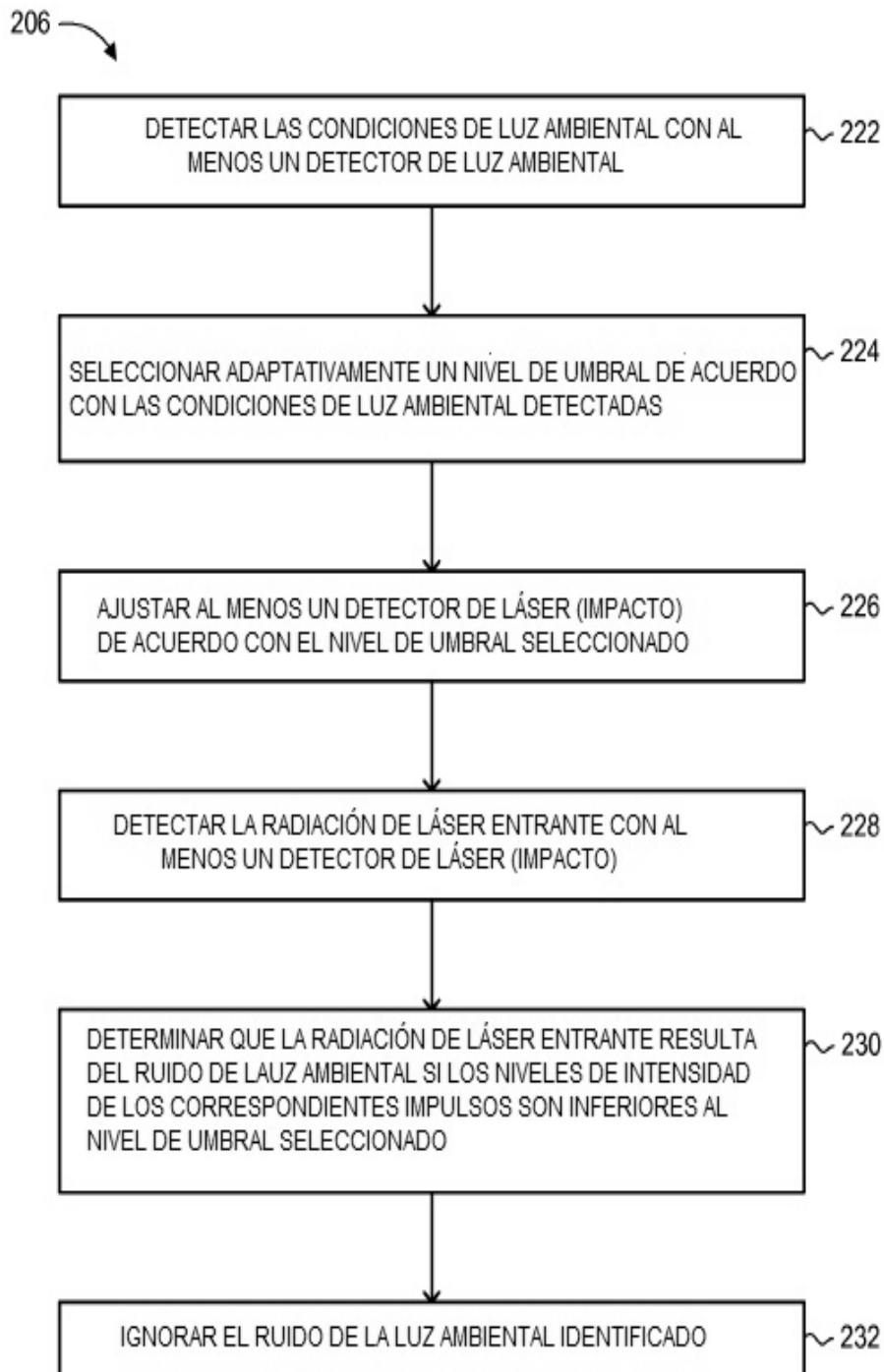


FIG. 4

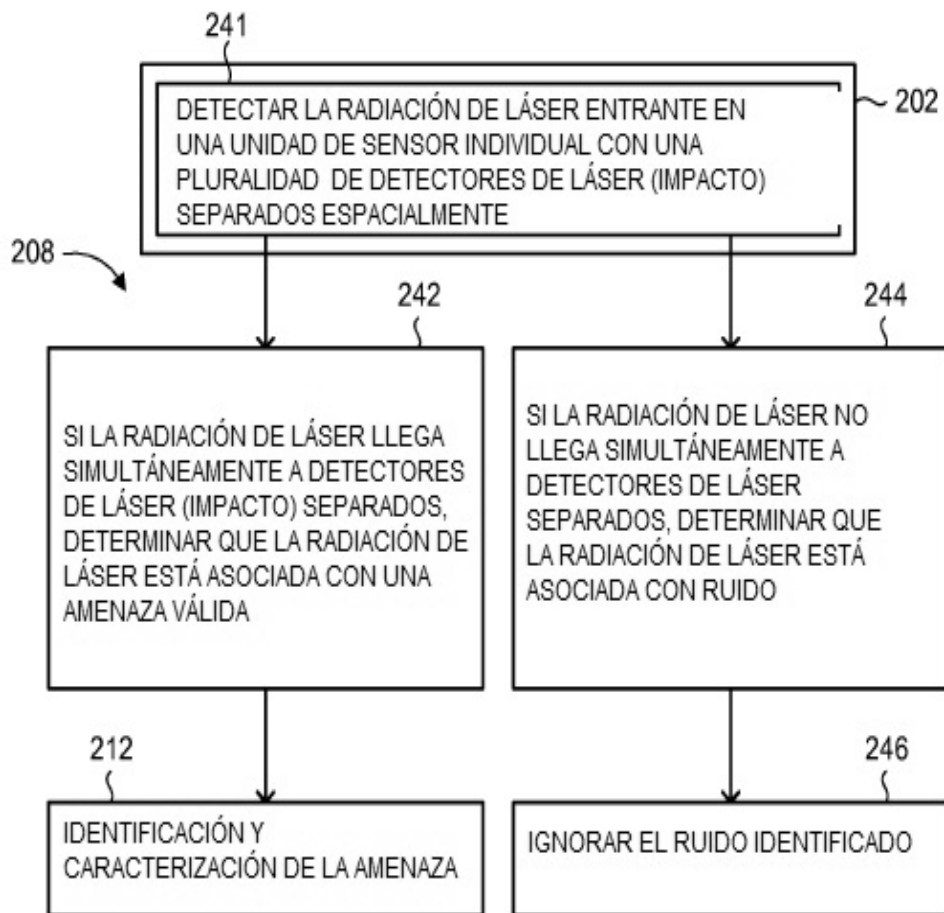
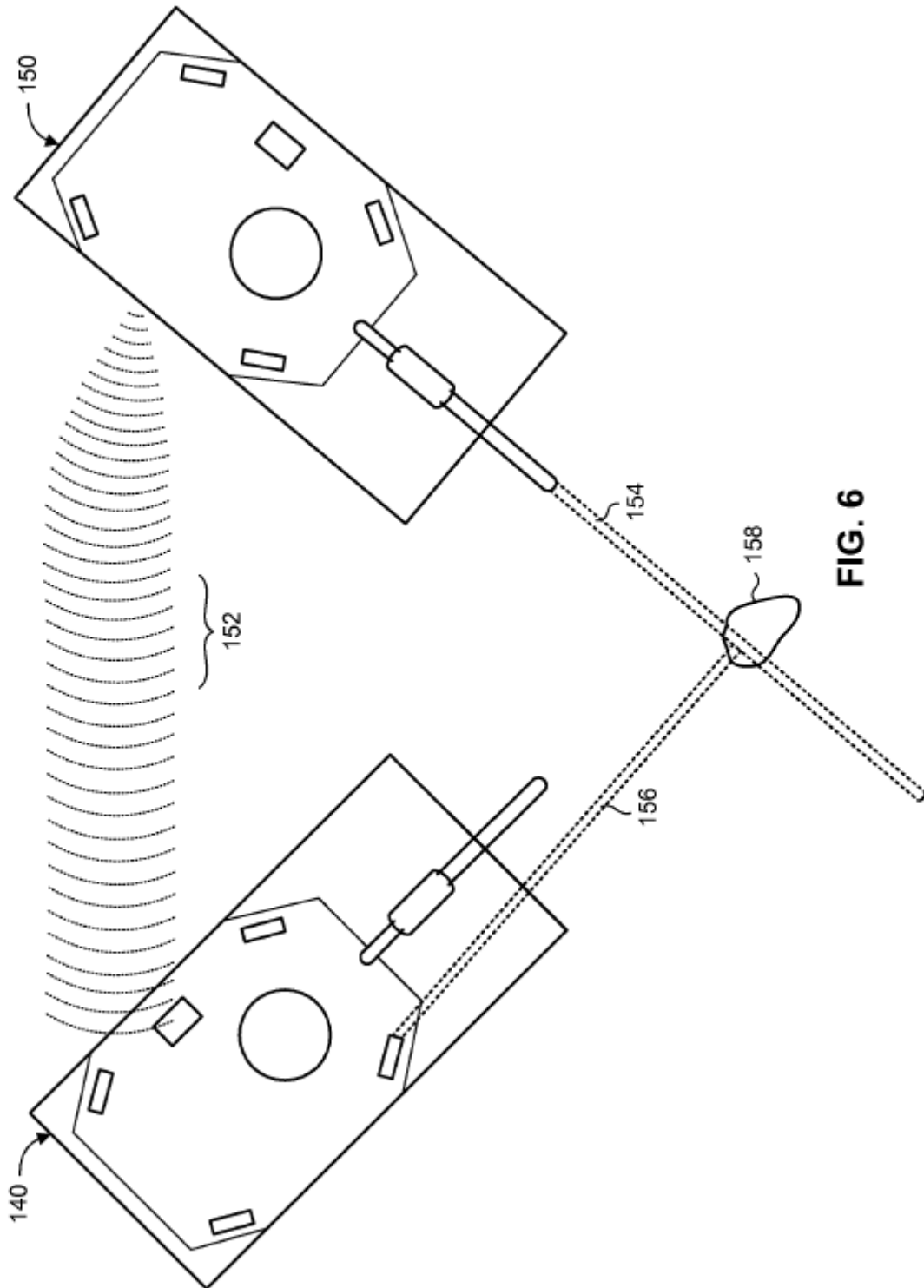


FIG. 5



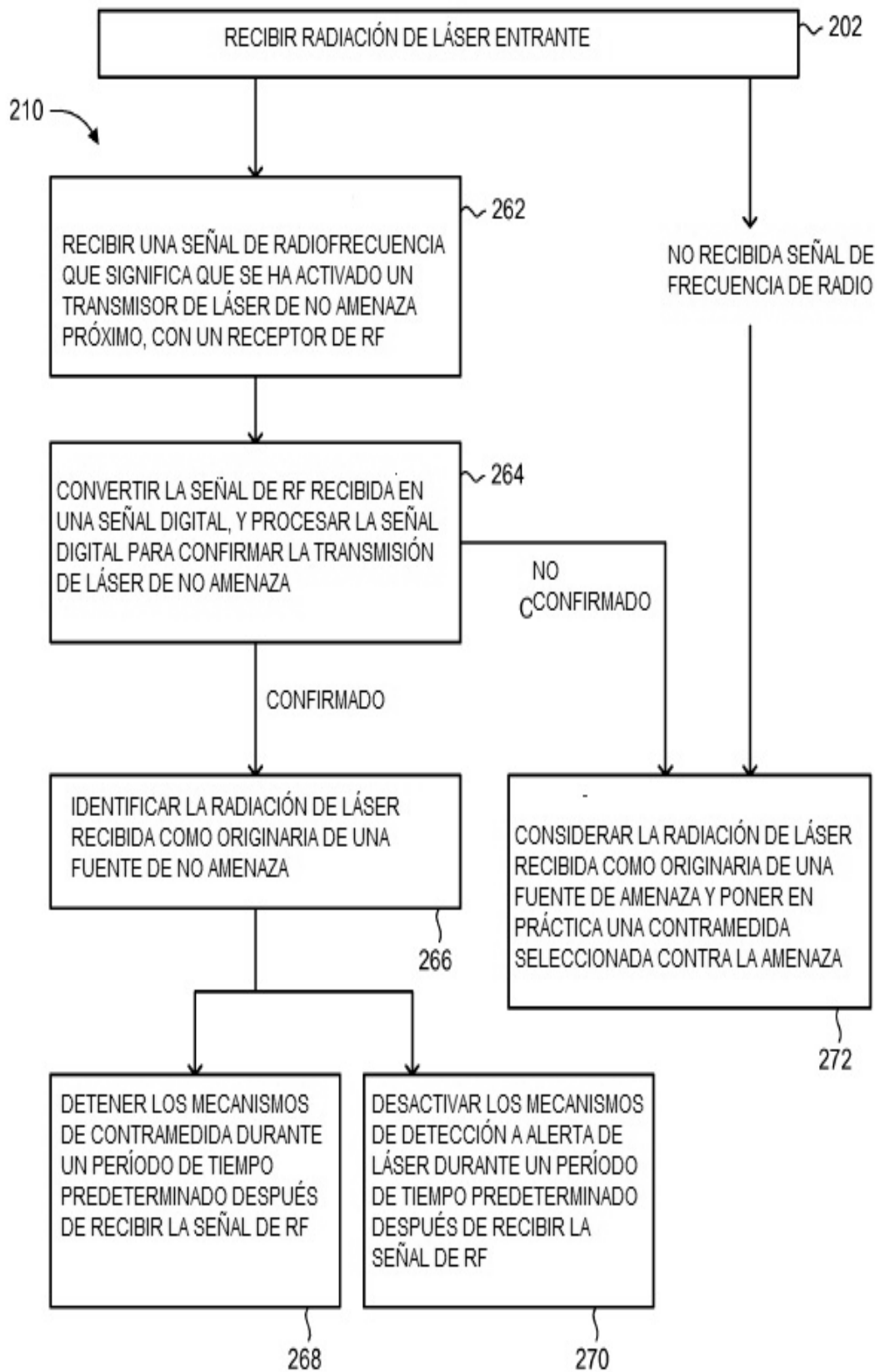


FIG. 7

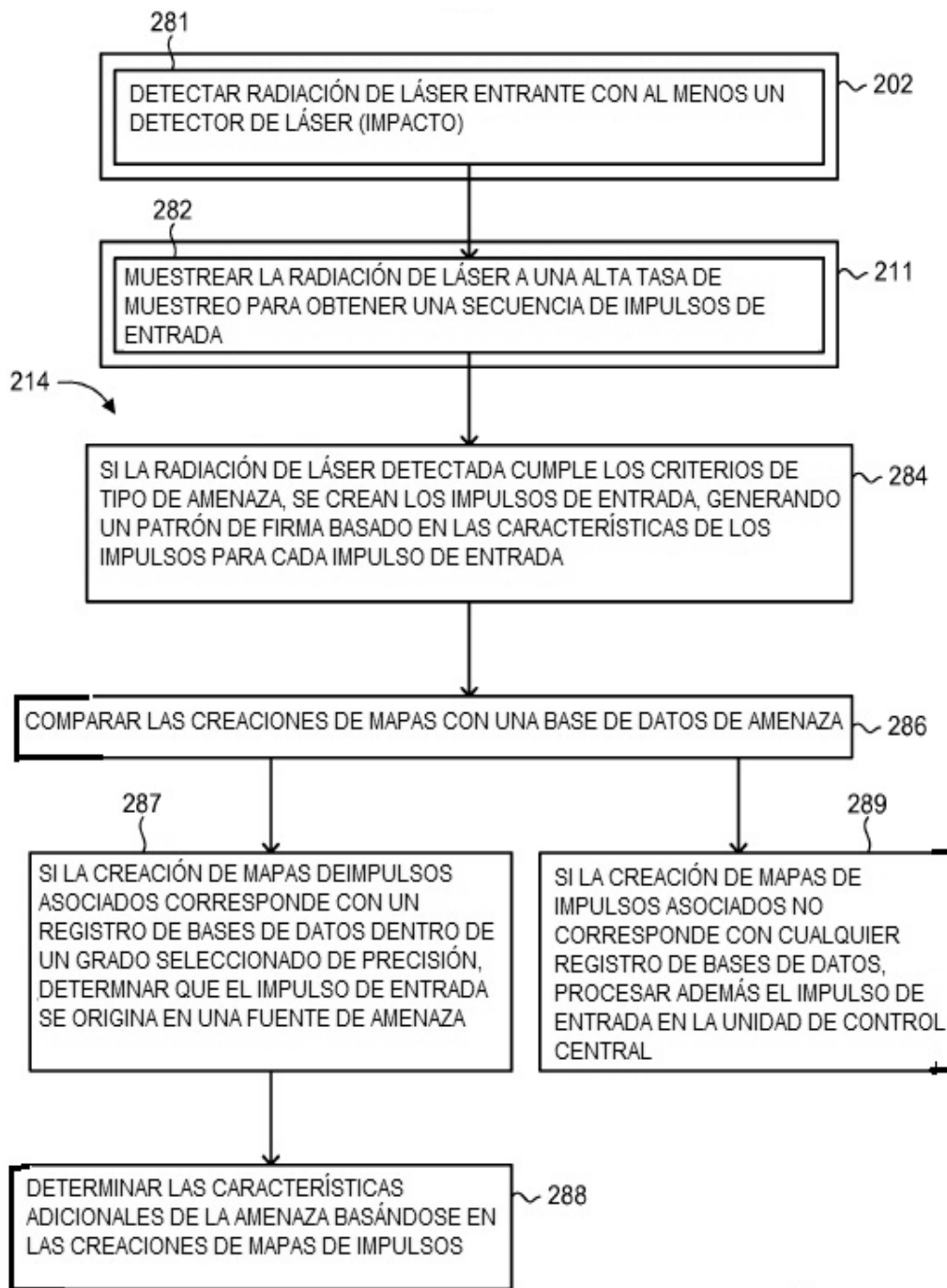


FIG. 8

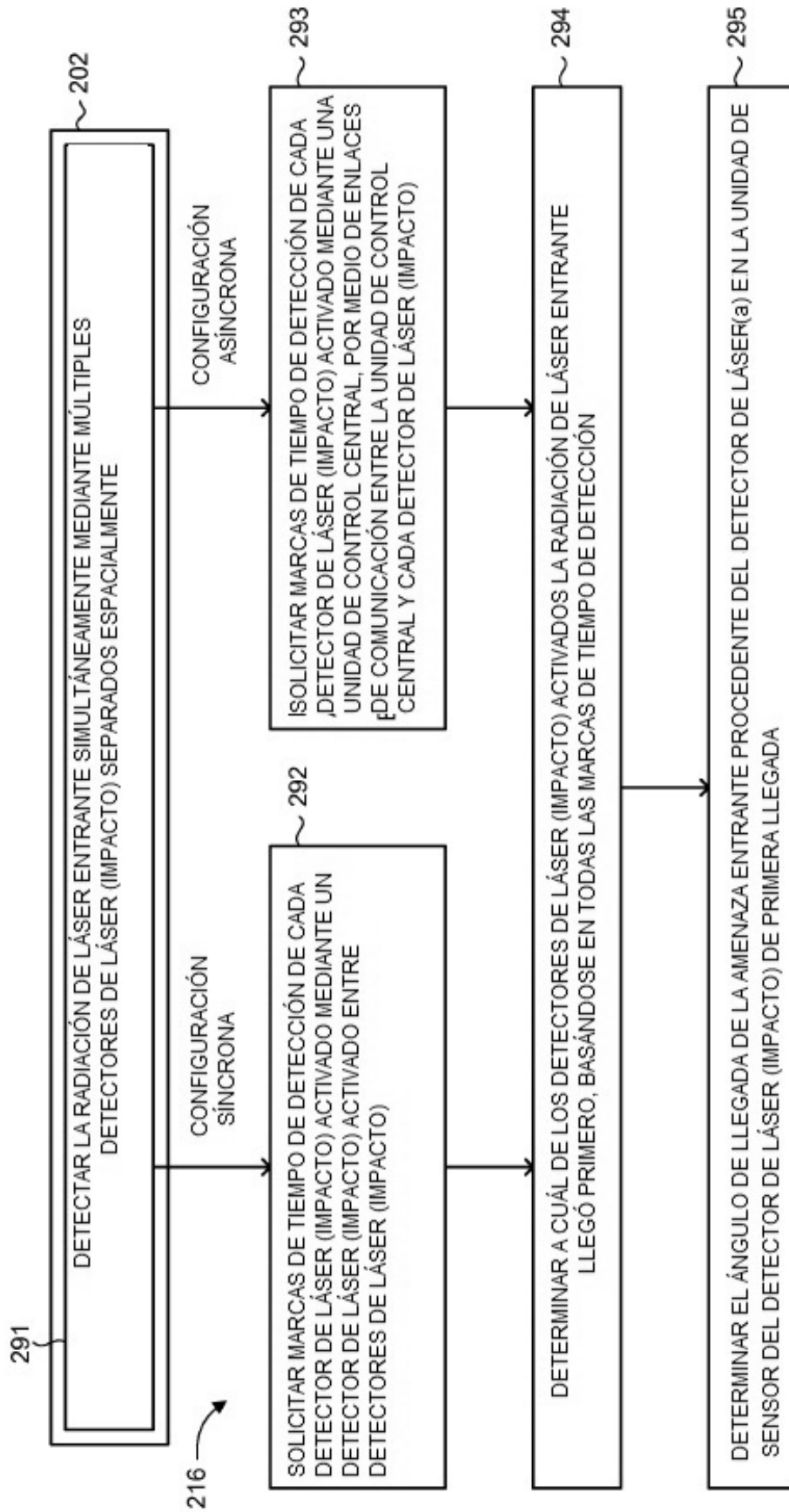


FIG. 9