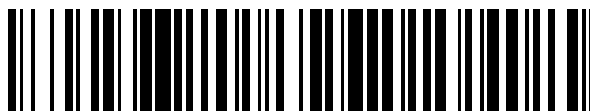


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 563 169**

51 Int. Cl.:

**G01S 7/497** (2006.01)

**G01S 17/74** (2006.01)

**F41G 7/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.11.2009 E 09752457 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.01.2016 EP 2366119**

54 Título: **Generador de escenarios de blancos**

30 Prioridad:

**20.11.2008 GB 0821198**  
**20.11.2008 EP 08253785**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**11.03.2016**

73 Titular/es:

**MBDA UK LIMITED (100.0%)**  
**Six Hills Way**  
**Stevenage, Hertfordshire SG1 2DA, GB**

72 Inventor/es:

**JENNINGS, MARTYN ROBERT y**  
**MILLER, LEE DOUGLAS**

74 Agente/Representante:

**CARPINTERO LÓPEZ, Mario**

**ES 2 563 169 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

Generador de escenarios de blancos

Sector técnico de la invención

5 La presente invención se refiere a un generador de escenarios de blancos, para su utilización en una prueba de un aparato de detección de láser pulsado que puede ser incorporado a objetos voladores, tales como misiles.

Técnica anterior

10 Es habitual incorporar buscadores en los misiles, para guiar el misil hacia un blanco. Cuando se está desarrollando un misil nuevo, es necesario probarlo para asegurarse de que el diseño es robusto y de que se comporta de la manera esperada. Se llevan a cabo pruebas sobre los componentes y subsistemas en todas las etapas de desarrollo, pero es necesaria una prueba para el misil completo, montado, con el fin de verificar que los subsistemas funcionan conjuntamente según lo previsto, y que el misil puede realizar la tarea prevista para el mismo. Los subsistemas de los misiles se pueden probar simultáneamente en un entorno representativo, disparando el misil contra un blanco de prueba a una distancia de disparo del misil. Ésta es una parte esencial de cualquier programa de desarrollo de misiles nuevos, aunque es muy costosa y requiere mucho tiempo. Una manera de reducir significativamente el número de disparos de misil necesarios es utilizar modelos de comportamiento representativos validados. Las pruebas de simulación con equipos físicos (HWIL, Hardware In The Loop) permiten que la interacción y respuesta de muchos de los subsistemas de misiles se prueben repetidamente en un entorno controlado, a un coste mucho menor y con escalas de tiempo mucho más rápidas que los ensayos de tiro, para proporcionar confianza tanto en los modelos como en los subsistemas de misiles.

20 Los misiles guiados contienen un buscador para el seguimiento e interceptación de blancos autónomos. El buscador contiene un detector que responde a la radiación electromagnética, ya sea RF, óptica o de infrarrojos, que es emitida o dispersada por el blanco. La radiación del blanco detectada por el buscador se utiliza para determinar la orientación y el movimiento del blanco, y por lo tanto para determinar las órdenes de guiado necesarias para dirigir el movimiento del misil. Si el guiado es correcto, el controlador del misil utilizará la información del buscador para dirigir el misil sobre una trayectoria que interceptará el blanco. Las pruebas HWIL simulan este proceso de manera controlada, del siguiente modo. La parte delantera del misil que contiene el buscador, es decir equipamiento físico real, se monta en un receptáculo que puede girar en torno a los tres ejes. A continuación, una imagen representativa del blanco a una distancia particular se proyecta en el buscador del misil para simular un blanco real, por medio de un generador de escenarios de blancos. El generador de escenarios de blancos está montado asimismo de tal modo que se puede girar en acimut y elevación, con respecto al buscador, para simular el movimiento del blanco.

35 El buscador del misil responde al movimiento y a la orientación simulados de la imagen del blanco, y envía datos a un controlador del misil, que determina a continuación las señales de guiado adecuadas a enviar a otros subsistemas del misil, tales como los accionadores de las aletas. A continuación, se modeliza la respuesta aerodinámica y cinética global del misil a estas señales de guiado con el fin de determinar el movimiento angular que se debe imponer sobre el receptáculo de 3 ejes, y el efecto sobre la imagen del blanco debido a la respuesta cinética aerodinámica modelizada del misil. Cualesquiera cambios necesarios para la posición y el movimiento simulados de la imagen del blanco son introducidos en el generador de escenarios, que a continuación proyecta al buscador una imagen modificada, y a continuación se repite el ciclo. Este dispositivo se denomina una prueba de bucle cerrado, dado que las consecuencias de las señales procedentes del controlador del misil se alimentan al generador de escenarios de blancos, el cual cambia la imagen que ve el buscador y por lo tanto la entrada al controlador, lo que afecta de nuevo al escenario del blanco, y así sucesivamente, sin intervención del operador. La prueba se ejecuta asimismo en tiempo real. La imagen simulada del blanco aumenta de tamaño con el paso del tiempo, representando el vuelo del misil hacia el blanco. Si el misil está funcionando correctamente, el proceso cíclico permite probar el ataque completo al blanco, desde el lanzamiento hasta el momento en el que se esperaría que funcionara la espoleta del misil. Los subsistemas que normalmente no se prueban mediante este proceso son la espoleta, la ojiva y los motores.

45 El generador de escenarios de blancos es un componente clave en las pruebas de HWIL. Sin embargo, existen actualmente limitaciones sobre los tipos de buscadores que pueden ser probados de este modo. A este respecto, los sistemas HWIL para probar misiles con buscadores ópticos o de infrarrojos sólo prueban habitualmente buscadores "pasivos", es decir, aquellos en que el buscador observa pasivamente la radiación emitida por el escenario, y no proporciona su propia radiación para iluminar o alumbrar el escenario. En cambio, los buscadores "activos" contienen sus propias fuentes de radiación para proporcionar iluminación del escenario, y responden solamente a las longitudes de onda de estas fuentes generadas. Dichos buscadores activos basados en radar láser incluyen por lo menos una fuente de láser, y detectan solamente longitudes de onda del láser en una banda estrecha seleccionada, de manera que se reduce el efecto de la radiación del ruido de fondo ambiental. La fuente de láser puede ser transportada por un misil o puede ser un láser semiactivo (SAL, semi-active laser). En este último caso, el emisor de láser puede ser transportado por una aeronave o por personal de tierra, y utilizado para iluminar un blanco para su detección mediante el sensor del misil.

Sin embargo, la prueba de dichos buscadores ladar activos en dispositivos de HWIL no es viable con el equipo de prueba HWIL habitual, debido a que los generadores de escenarios de blanco conocidos no pueden generar una imagen en el formato que puede reconocer un buscador ladar activo.

5 Análogamente, la prueba de buscadores SAL con dispositivos HWIL tampoco es viable con equipamiento de prueba HWIL habitual. A pesar de que un sensor SAL es 'pasivo' y no lleva su propia fuente de láser, responde solamente a radiación de láser pulsado y, por lo tanto, requiere un generador de escenarios de blancos que pueda proporcionar los pulsos láser necesarios con la temporización correcta desde el punto de vista de las diferentes partes del buscador SAL.

10 Es sabido que se está desarrollando equipamiento para pruebas HWIL de buscadores ladar, aunque dicho equipamiento de prueba se basa habitualmente en un escenario del blanco generado por una matriz de fuentes de luz independientes, controladas activamente.

15 Se da a conocer una forma conocida de equipamiento que utiliza una matriz de microespejos dirigibles en el documento "Concepts using optical MEMS array for LADAR scene projection" ("conceptos en la utilización de matrices MEMS ópticas para la proyección de escenarios LADAR"), de J L Smith, publicado en PROCEEDINGS OF SPIE- THE INTERNATIONAL SOCIETY FOR OPTICAL ENGINEERING, volumen 5092, 2003, páginas 276 a 287, XP002523166, US.

#### Resumen de la invención

Un objetivo de la invención es dar a conocer un generador de escenarios de blancos para su utilización en una prueba de un aparato de detección de láser pulsado a incorporar en objetos voladores, tales como misiles.

20 En un primer aspecto, la invención da a conocer un generador de escenarios de blancos para generar un escenario de un blanco, para su utilización en una prueba de un aparato de detección de láser pulsado a incorporar en un objeto volador, comprendiendo el generador una matriz de elementos de píxel, medios de detector para detectar el funcionamiento de un láser pulsado y medios de fuente de luz para generar por lo menos un pulso de luz que representa un pulso de láser devuelto, caracterizado por que el generador comprende además una red reconfigurable de guías de onda ópticas que acopla selectivamente dichos medios de fuente de luz a dichos elementos de píxel, y

25 un medio de controlador que funciona para reconfigurar selectivamente dicha red de guías de onda, con el que presentar dicho un pulso de luz a elementos de píxel seleccionados, y funcionando dicho medio de controlador de manera que dicho un pulso de luz recibe características de retardo de tiempo seleccionadas, de tal modo que la luz emitida desde dichos píxeles representa las señales ópticas devueltas, procedentes de un blanco iluminado por dicho aparato,

30 incluyendo la red una serie de elementos de retardo que proporcionan diferentes retardos, y estando dispuesto dicho medio de controlador para incorporar selectivamente los elementos de retardo en trayectorias de luz para cada elemento de píxel desde dicho medio de fuente de láser, con el fin de representar efectos de dispersión de los pulsos o variaciones en el retardo de tiempo de la señal dentro de un escenario.

En un segundo aspecto, la invención da a conocer un procedimiento de generación de un escenario de blanco para probar un aparato de detección de láser pulsado a incorporar en un objeto volador, comprendiendo el procedimiento:

40 detectar el funcionamiento de un ladar pulsado y proporcionar, en respuesta a dicha detección, por lo menos un pulso de luz que representa un pulso de láser devuelto, y

disponer una matriz de elementos de píxel,

45 caracterizado por que el procedimiento comprende además disponer una red reconfigurable de guías de onda ópticas, incluyendo la red una serie de elementos de retardo que proporcionan diferentes retardos, acoplar selectivamente dicho por lo menos un pulso de luz a unos seleccionados de dichos elementos de píxel para su emisión desde los mismos, y dotar a dicho un pulso de características seleccionadas de retardo de tiempo mediante incorporar selectivamente elementos de retardo en trayectorias de la luz a cada elemento de píxel desde dicho medio de fuente de láser, para representar efectos de dispersión de los pulsos o variaciones en el retardo de tiempo de la señal dentro de un escenario; de tal modo que la luz emitida desde dichos píxeles representa las señales ópticas devueltas procedentes de un blanco iluminado por dicho aparato.

50 El aparato de detección que se puede probar mediante la presente invención puede ser un aparato activo de detección de láser pulsado, en el que el mismo objeto volador contiene un emisor y un receptor de láser. De manera alternativa, el aparato puede ser semiactivo (SAL), en el que un emisor de láser es independiente del objeto volador que lleva el receptor. En este último caso, el emisor puede estar situado en tierra o en otro objeto volador, tal como una aeronave. Tal como se describe en la presente memoria, las referencias se hacen predominantemente a sensores ladar pulsados, pero será evidente que la invención es aplicable asimismo a sensores de tipo SAL.

55

La presente invención da a conocer una solución práctica al problema de probar sensores de ladar pulsado que forman un buscador activo o SAL a incorporar en un misil, o en otros objetos voladores.

5 La red reconfigurable de guías de onda ópticas puede comprender una serie de guías de onda ópticas para dirigir luz emitida desde los medios de fuente de luz a cualesquiera uno o varios de los elementos de píxel en la matriz de píxeles, y por lo menos un elemento de conmutación para dirigir selectivamente luz emitida desde dichos medios de fuente de luz a lo largo de cualesquiera una o varias de las guías de onda ópticas, de acuerdo con una imagen de blanco a generar.

10 Los elementos de píxel pueden estar formados por respectivos extremos, o elementos ópticos en los respectivos extremos de las guías de onda ópticas, de tal modo que la luz emitida desde los medios de fuente de luz se puede direccionar a lo largo de guías de onda a los elementos de píxel para formar una imagen del blanco.

Ventajosamente, los medios de fuente de luz pueden comprender una única fuente de láser y la red de guías de onda ópticas se puede reconfigurar para dirigir luz emitida desde dicha fuente de láser a cualesquiera uno o varios de los elementos de píxel en la matriz de píxeles.

15 La red de guías de onda ópticas se puede componer total o principalmente de fibras ópticas, que pueden ser configuradas fácilmente en redes complejas. Sin embargo, las partes seleccionadas de la red pueden estar formadas de otros tipos de guías de onda ópticas, por ejemplo trayectorias de propagación de la luz formadas en sustratos.

un elemento transmisor de la luz tal como una lente, está situado en el extremo de una guía de ondas.

20 Existen varios tipos de ladar, tales como de escaneado de puntos, de escaneado de líneas o fijo. En el escaneado de puntos, se transmite un punto de láser para escanear un escenario (campo de visión) de un blanco en una estructura de escaneado por tramas para desarrollar una imagen. En el escaneado de líneas, el haz de láser forma una línea que atraviesa el escenario del blanco. En un ladar fijo, todo el escenario del blanco se ilumina simultáneamente. Por ejemplo, si un ladar sometido a prueba es un ladar fijo, un generador de escenarios de blancos está adaptado para recibir una sola ráfaga de luz procedente del ladar y transmitir en consecuencia un retorno simulado procedente de un blanco.

25 Además, un ladar puede ser coaxial o biaxial. En un sistema coaxial, las trayectorias ópticas del transmisor y del receptor comparten la misma abertura y los mismos ejes ópticos. En un sistema biaxial, las trayectorias ópticas del transmisor y del receptor son independientes físicamente.

30 El generador de escenarios de blancos que se describe en la presente memoria haciendo referencia a los dibujos se puede adaptar para funcionar con uno o varios de estos diferentes tipos de ladar. La flexibilidad del generador de escenarios de blancos descrito en la presente memoria permite asimismo la simulación de cualesquiera uno o varios de diversos tipos de blanco. Para contemplar diferentes tipos de ladar y simular diferentes tipos de blanco, es necesario que el generador de escenarios de blancos sea adaptable en el modo en el que la luz es recibida y transmitida.

35 En relación con la luz recibida del ladar sometido a prueba, es necesario asegurar que la luz emitida por un ladar que incide en la matriz de píxeles se detecta mediante transmisión a través de la red de fibras. Para un sistema biaxial que tiene una trayectoria de transmisión independiente, la detección puede tener lugar remotamente respecto de la matriz de píxeles. En algunas circunstancias, el generador de escenarios de blancos puede responder a una activación del ladar pulsado, en lugar de a la propia emisión de luz, si la emisión no tiene lugar, por ejemplo, por razones de seguridad.

40 Para la luz transmitida de vuelta al ladar mediante el generador de escenarios de blancos, es necesario simular la luz reflejada desde un blanco real. Esto se lleva a cabo iluminando píxeles seleccionados, para simular la dirección de la línea de mira, y para proporcionar pulsos de luz con características de retardo de tiempo seleccionadas con el fin de simular la distancia.

45 De manera preferible por simplicidad y costes, dicho medio de detector comprende un único fotodetector, o un pequeño número de fotodetectores, y dichos medios de fuente de luz comprenden una única fuente de láser o un banco de una pequeña cantidad de láseres, donde el número de láseres o detectores es menor que el número de elementos de píxel. En algunas circunstancias, los medios de fuente de luz pueden comprender un espejo o un retroreflector.

50 En principio, puede ser posible concebir varios tipos de red reconfigurable, que cumplan los requisitos de flexibilidad descritos anteriormente, de tal modo que los pulsos de láser se dirijan selectivamente a algunos seleccionados de dichos píxeles. Los elementos de la matriz del generador deberían ser controlables individualmente, para poder generar un escenario aleatorio de tipos de blancos, aunque solamente es necesario iluminar cada vez un elemento proyector de píxel para poder simular un ladar de escaneado de puntos (asumiendo que la divergencia del haz transmisor no es mayor que el ángulo subtendido por el elemento proyector). Sin embargo, el número de variantes de la trayectoria de red requerida puede ser enorme, incluso para un único tipo de blanco y una única geometría de

ataque. Idealmente, los elementos de píxel del generador deberían ser reconfigurables dentro de las escalas de tiempo asociadas con el movimiento real del blanco o de la plataforma.

5 En estas circunstancias y de acuerdo con la invención, es preferible disponer en dicha red de guías de onda un conmutador óptico para acoplar selectivamente un gran número de entradas a un gran número de salidas. Esto proporciona una flexibilidad muy grande en la provisión de trayectorias de luz a dichos elementos de píxel, y permite la reconfiguración dentro de periodos de tiempo muy cortos. Convenientemente, el conmutador óptico es un dispositivo MEMS tal como una matriz de microespejos, dirigiendo selectivamente cada espejo luz de entrada a salidas seleccionadas.

10 Dicho generador de escenarios de blancos puede proporcionar luz para su emisión por un número seleccionado de píxeles, ya sea simultáneamente o en secuencia, en función de si el sensor ladar sometido a prueba es fijo, de escaneado de líneas o de escaneado de puntos.

15 Los retardos de tiempo que representan la distancia se pueden generar principalmente ajustando electrónicamente la temporización de los pulsos de luz procedentes de dichos medios de luz del generador de la imagen del blanco, aunque los retardos de tiempo se pueden generar asimismo dentro de la red de guías de onda mediante la selección adecuada de la trayectoria de salida y del retardo de tiempo asociado.

20 Además, puede tener lugar un encaminamiento selectivo en la red para proporcionar luz emitida desde más de un píxel, de tal modo que diferentes píxeles emiten luz con diferentes retardos de tiempo para representar ya sea señales de retorno procedentes de partes diferentes de un objeto que están a distancias ligeramente diferentes, o señales de retorno procedentes de diferentes blancos a distancias diferentes. Es decir, los diferentes retardos introducidos por la red representan variaciones en el retardo de tiempo de la señal dentro de un escenario. Los retardos se pueden incorporar a la red mediante longitudes seleccionadas de fibra óptica; de manera alternativa se pueden disponer otros dispositivos de retardo de tiempo.

25 Para simular, por ejemplo, la dispersión de los pulsos debida a la profundidad del blanco, además del retardo de tiempo, se puede modificar la amplitud o la intensidad del pulso de salida, y se puede modificar un pulso de salida tal como prolongando el pulso, y cambiando su forma. En este caso, la profundidad del blanco se refiere a la extensión de una superficie a lo largo de la línea de mira está iluminada por el pulso de láser incidente, de tal modo que una superficie del blanco que es normal a la línea de mira tendrá una profundidad cero, y una superficie del blanco que está inclinada en cierto ángulo con la línea de mira tendrá una profundidad finita. Se pueden disponer dispositivos atenuadores para modificar la amplitud de los pulsos. Se pueden disponer combinaciones de trayectorias de retardo para modificar la forma de los pulsos.

Una realización preferida de la presente invención proporciona las características siguientes:

- 35 • Un generador de escenarios de blancos para la prueba de simulación con equipos físicos de misiles guiados que incorporan buscadores ladar que envían información de vuelta al ladar sometido a prueba, en un formato adecuado para simular una imagen de un blanco para el buscador ladar. Esta información simulada del blanco debe adoptar la forma de pulsos ópticos de la anchura correcta y las posiciones correctas en el campo de visión.
- Los pulsos ópticos devueltos en el retardo de tiempo correcto para representar la distancia al blanco, y la distorsión correcta de la forma del pulso si existe alguna dispersión de los pulsos debida, por ejemplo, a la profundidad del blanco o a fenómenos atmosféricos.
- 40 • La posición y la temporización de estos pulsos ópticos en el campo de visión se modifican según avanza el ataque.
- Además, si el buscador es fijo o de escaneado de líneas, se pueden esperar pulsos ópticos desde más de un punto en el campo de visión procedentes del mismo pulso transmitido, ya sea desde un blanco extendido o desde múltiples blancos. En este caso se tiene el retardo de tiempo relativo correcto entre los pulsos. Los pulsos se pueden emitir desde el generador simultáneamente o en secuencia, correspondiendo a una entrada escaneada procedente de un ladar sometido a prueba.

#### Breve descripción de los dibujos

Para que la presente invención se pueda comprender adecuadamente, se describirán realizaciones de la misma, que se proporcionan solamente a modo de ejemplo, al hacer referencia a los dibujos adjuntos, en los cuales:

50 la figura 1 es un diagrama esquemático de un generador de escenarios de blancos para probar un ladar;

la figura 2 muestra una red de guía de onda óptica de ejemplo del generador de escenarios de blancos mostrada en la figura 1; y

la figura 3 muestra un ejemplo en el que la red de guía de onda óptica de la figura 2 se puede poner en funcionamiento.

Descripción detallada de los dibujos

- 5 Haciendo referencia a la figura 1, se muestra un generador de escenarios de blancos 8 que comprende una matriz 10 de elementos de píxel 11. Existen 8x8 elementos de píxel tal como se muestra, aunque pueden ser utilizados más o menos elementos de píxel. Una red reconfigurable de guías de onda ópticas 14 acopla selectivamente una fuente de luz 18 a los elementos de píxel, de tal modo que la luz emitida desde la fuente de luz se puede proyectar en uno o varios elementos de píxel seleccionados. La fuente de luz es habitualmente una fuente de radiación láser, en lo que sigue denominada un láser.
- 10 La red 14 está acoplada mediante un divisor de luz, o circulador 16 a la fuente de luz láser 18 y a un fotodetector 20. El detector 20 recibe luz transmitida desde un transmisor de un ladar 24 sometido a prueba, y transmite señales eléctricas a un controlador electrónico 22 en función de la luz recibida. El controlador 22 proporciona señales de control eléctricas a la fuente de luz de láser 18 para la activación de la matriz de elementos de píxel 10 con el fin de proyectar una imagen del blanco simulado al ladar 24 sometido a prueba.
- 15 La matriz 10 puede proyectar señales de vuelta simuladas, procedentes de uno o varios blancos dentro del campo de visión del ladar, proporcionando la salida de la matriz la entrada a un receptor ladar sometido a prueba. El ladar puede contener un receptor con un único elemento fotodetector, para el que se escanearía su láser transmisor si se genera una imagen, o puede contener un receptor fijo, con una matriz de canales paralelos de formación de imagen del detector.
- 20 La matriz 10 puede general pulsos de salida que coinciden con la anchura de pulsos del transmisor, que puede ser del orden de nanosegundos. El generador de escenarios de blancos 8 puede estar adaptado para proporcionar una variación en las anchuras de los pulsos y las formas de los pulsos que se proyectan, tanto para contemplar diferentes tipos de transmisores como para permitir la simulación de efectos de ensanchamiento de los pulsos, tal como debido a la profundidad del blanco.
- 25 La temporización de los pulsos proyectados es controlable para simular la distancia al blanco y cambios en la distancia. En el caso ideal, la distancia se controlaría en una resolución comparable a los circuitos de digitalización del receptor ladar, que puede ser una fracción de nanosegundo, aunque puede ser adecuada una resolución inferior correspondiente a la duración de los pulsos del transmisor.
- 30 Los elementos de píxel 11 de la matriz 10 son controlables individualmente mediante la reconfiguración de la red de guías de onda para conectar cualesquiera uno o varios píxeles con la fuente de luz. De este modo, la matriz puede generar cualquiera de múltiples escenarios posibles diferentes, aunque puede ser necesario iluminar solamente un elemento de píxel 11 cada vez para poder simular un ladar escaneado por puntos (si la divergencia del haz del transmisor no es mayor que el ángulo subtendido por el elemento proyector). Los elementos de píxel son reconfigurables dentro de las escalas de tiempo asociadas con el movimiento real del blanco.
- 35 El generador de escenarios de blancos puede probar ladar de tipo coaxial con una línea de mira transmisor/receptor compartida, o biaxial con canales independientes para transmitir y recibir. Las señales de vuelta procedentes de la matriz de proyectores pueden ser activadas mediante una señal activadora aplicada al transmisor del ladar. Dado que es posible probar el ladar coaxial, el proyector debería poder tratar asimismo señales de entrada.
- 40 Haciendo referencia a continuación en mayor detalle al generador de escenarios de blancos mostrado en la figura 1, la matriz 10 comprende los extremos de una matriz de fibras ópticas 12. Los extremos de fibra óptica pueden incorporar elementos de lente, tales como elementos de lente colimadora (no mostrados). Los otros extremos de las fibras ópticas están conectados a la red de guías de onda 14 que, en este ejemplo, comprende una red de fibras conmutable (se debe observar que no se muestran todos las conexiones de fibra). La red 14 contiene conmutadores ópticos que pueden reconfigurar las trayectorias de luz internas para determinar qué elementos de píxel de la matriz del generador se iluminan. En un ejemplo de red 14 (descrito en mayor detalle a continuación haciendo referencia a las figuras 2 y 3), la trayectoria de la luz a través de la red puede ser reconfigurada según se requiera para controlar el retardo entre la emisión de luz desde la fuente de luz 18 y la iluminación de los respectivos elementos de píxel. Se puede conseguir una conmutación adecuada en forma compacta, por ejemplo, utilizando conmutadores ópticos 3-D MEMS que utilizan microespejos desplazables. Se pueden encontrar detalles de dichos dispositivos multicanal
- 45 adecuados en [www.calient.net](http://www.calient.net) y [www.glimmerglass.com](http://www.glimmerglass.com).
- 50
- 55 En el presente dispositivo, se puede adoptar un dispositivo de conmutación, por ejemplo un sistema MEMS, que comprende una serie de elementos desplazables, o microespejos, para dirigir luz procedente de la fuente de luz desde una parte de la red de guías de onda a otra parte de la red de guías de onda, de tal modo que la red de guías de onda se puede reconfigurar para dirigir luz procedente de una fuente de luz a cualesquiera uno o varios de una serie de píxeles en la matriz de píxeles. Por ejemplo, un primer elemento conmutable se puede hacer funcionar para dirigir luz procedente de la fuente de luz para que se propague internamente a lo largo de una seleccionada de una serie de fibras ópticas. A continuación, la luz procedente de la primera fibra óptica seleccionada se puede acoplar a una segunda fibra óptica seleccionada mediante el funcionamiento de un segundo elemento conmutable. El extremo

de la fibra óptica seleccionada final puede constituir un píxel en la matriz de píxeles. El dispositivo reconfigurable permite que la luz procedente de tan sólo una fuente de luz sea dirigida a cualquiera de los elementos de píxel mediante la conmutación selectiva de los elementos conmutables, de acuerdo con una imagen de blanco requerida que debe ser visualizada en un ladar.

- 5 En los sistemas MEMS conocidos, un dispositivo MEMS actúa como un proyector para proyectar luz procedente de múltiples fuentes de luz en el espacio libre hasta una pantalla de visualización para visualizar una imagen.

10 Glimmerglass proporciona redes de conmutadores ópticos de 190 entradas y salidas, y Calient proporciona redes de conmutadores de 320 entradas y salidas. Estos dispositivos son conmutables en escalas de tiempo del orden de 10 ms, permitiendo una frecuencia de actualización de 100 Hz en la reconfiguración de la red de conmutadores. El volumen asociado con la red de conmutadores es del orden de 40 litros para un dispositivo de 320 entradas/salidas, aunque dicha red está conectada al generador de escenarios de blancos mediante una matriz de fibra óptica flexible 12, tal como se muestra en la figura 1. La matriz de fibras de salida de los propios elementos de píxel es pequeña y ligera, y podría ser utilizada potencialmente en un entorno de pruebas dinámico.

15 Además, están asimismo en desarrollo otras tecnologías de conmutadores ópticos (por ejemplo, dispositivos de estado sólido tales como conmutadores termoplásticos) para aplicaciones de telecomunicaciones, que prometen tiempos de conmutación más rápidos y volúmenes reducidos en el futuro.

20 El controlador 22 contiene una representación electrónica del blanco a representar, y controles de la red de fibra óptica conmutable 14 para simular las reflexiones de un pulso de luz de entrada procedente de un blanco, comprendiendo las reflexiones pulsos de salida procedentes del láser 18 transmitidos a través de la red 14 y de la matriz 10. El controlador controla la emisión de luz desde la fuente de luz 18.

El controlador 22 se programa antes de la prueba en función del tipo de ladar sometido a prueba. En un ladar de escaneado de puntos, un punto de láser se transmite para escanear un escenario de un blanco en una estructura de escaneado por tramas. El controlador 22 reconfigura la red 14 de tal modo que la matriz 10 proyecta una señal óptica de vuelta, en respuesta a cada punto del láser transmitido desde el ladar.

25 La señal de salida procedente del generador de escenarios de blancos se genera mediante la fuente de láser 18. La fuente de luz de láser puede comprender una única fuente acoplada a la fibra, que puede ser cualquier emisor de pulsos rápidos adecuado, apropiado para el ladar sometido a prueba, tal como un láser de microchip. De manera alternativa, la fuente de luz 18 puede comprender diferentes láseres para emitir luz a diferentes longitudes de onda y con diferentes formas de pulsos, adecuadas para el ladar sometido a prueba, siempre que las longitudes de onda emitidas estén dentro de la banda de paso de la fibra y se puedan acoplar con la misma. La fuente de luz 18 puede comprender más de un láser para emitir luz simultáneamente dentro del generador de escenarios de blancos, con ambas señales de láser acopladas conjuntamente antes de ser inyectadas en la red conmutable 14. Esto permitiría generar emisiones de proyectores tanto de CW como pulsados, por ejemplo, tal como puede ser necesario para simular los efectos de una contramedida de deslumbramiento de armas de energía dirigida, al ladar.

35 En los sistemas conocidos, se utiliza una matriz de grandes cantidades de láseres para generar una imagen. Dicho gran número de láseres iluminan un ladar sometido a prueba y son, en muchos sentidos, equivalentes a la matriz de píxeles de la realización mostrada. El presente dispositivo comprende una red reconfigurable que tiene una matriz de guías de onda ópticas pasivas, que pueden guiar la luz procedente de una única fuente de láser a cualesquiera uno o varios de la serie de píxeles en la matriz de píxeles. Aunque se puede disponer más de una fuente de láser para generar una serie de imágenes de blancos diferentes, dado que el presente dispositivo puede proporcionar sólo una única fuente de luz láser, puede ser fácilmente sustituido por, o combinado con una o varias fuentes de láser con características diferentes (por ejemplo longitudes de onda, niveles de potencia o características de los pulsos) con el fin de simular entornos de prueba diferentes y ladares diferentes. En un dispositivo preferido, si se utiliza más de una fuente de láser para inyectar luz en la red de guías de onda, ésta se inyecta en una única posición de la red y se controla su propagación a lo largo de guías de onda seleccionadas con el fin de iluminar los elementos de píxel requeridos para generar una imagen de blanco deseada. A la inversa, el sistema conocido requeriría la sustitución de muchos láseres, involucrando mucho tiempo y un coste elevado.

50 En otros sistemas conocidos, una serie de fuentes de láser se acoplan con fibra a respectivos elementos detectores de un ladar sometido a prueba. Este dispositivo conocido no genera una imagen del blanco sino que proporciona en su lugar una entrada a elementos de detector seleccionados, con el fin de simular señales láser devueltas procedentes de un blanco. El tiempo necesario para configurar este sistema conocido es prohibitivo y no puede ser utilizado fácilmente para probar múltiples ladares sucesivamente.

55 Para la prueba de un ladar coaxial, la fuente de luz 18 puede comprender un espejo o retroreflector para recrear formas de pulsos inusuales. Esto puede ser de utilidad, por ejemplo, para ladares que contienen un elemento de medición Doppler donde la forma del pulso del transmisor puede no ser simple y puede contener tanto componentes de pulsos cortos como de pulsos largos. Se puede utilizar un espejo para reflejar la forma del pulso del transmisor, combinado con un retardo óptico en línea variable y programable, para simular la distancia al blanco. En este caso,

el retardo en línea es preferentemente variable desde cero hasta la distancia de ataque máxima equivalente que está siendo simulada.

5 Para simular la distancia al blanco, es necesario un retardo entre el generador de escenarios de blancos que recibe luz procedente del ladar y la transmisión de luz reflejada al ladar. Un retardo mayor equivale a una mayor distancia entre el ladar y el blanco. En un generador de escenarios de blancos de tipo reflectante, el generador comprende habitualmente una trayectoria de luz que proporciona un retardo de tiempo equivalente a la suma de la distancia desde el ladar hasta el generador y desde el generador hasta el ladar. La utilización de la fuente de luz 18 en el generador de escenarios de blancos mostrado significa que no es necesaria la red de fibras conmutable para incluir trayectorias de retardo correspondientes a la distancia del blanco, dado que este retardo se puede introducir controlando la temporización de activación aplicada a la fuente de luz (es decir, la fuente de luz emite luz en un retardo de tiempo determinado después de recibir luz procedente del ladar con el fin de simular el tiempo que tarda la luz en viajar desde, y hasta el ladar sometido a prueba).

15 El detector 20 es un fotodetector de gran ancho de banda adaptado al emisor láser 18, que utiliza un acoplador de fibra fusionada o bien un circulador de fibra 16 para unir las trayectorias. El detector activa el controlador para responder a los pulsos de láser introducidos al proyector desde el transmisor ladar sometido a prueba, si se utiliza un sistema coaxial. Se puede utilizar un fotodetector independiente adicional para monitorizar la salida del transmisor procedente de un ladar biaxial (no mostrado).

20 La flexibilidad y la reconfigurabilidad del generador de escenarios de blancos 8 se implementan mediante la red de fibras conmutables 14 controlada por el controlador 22. La red 14 puede comprender fibras ópticas conmutables dispuestas en paneles de interconexión con 64 entradas y salidas controladas por el controlador 22. Dichos dispositivos de red están disponibles comercialmente con conmutación opto-mecánica y pueden difundir una señal de entrada a cualquiera de N salidas.

25 Aunque se muestra una matriz 10 de elementos de píxel con 8x8 elementos de píxel, se podría realizar una matriz con un mayor número de elementos de píxel. Una matriz de este tipo puede comprender combinaciones de la matriz de píxeles mostrada, bien en cascada con una única fuente de láser, o en paralelo con múltiples fuentes de láser.

30 Una red de conmutadores que incorpore solamente los conmutadores Glimmerglass o Calient mencionados anteriormente a modo de ejemplo podría ser suficiente para simular el retorno desde un ladar escaneado por puntos visualizando blancos simples sin dispersión de pulsos, donde en cada momento es necesario iluminar solamente un elemento de la matriz de proyectores, determinando el controlador el tiempo de retardo necesario en la activación del emisor láser. Con este enfoque, se incluye en el controlador 22 un modelo de la estructura de escaneado utilizado por el transmisor ladar.

35 Si se debe iluminar simultáneamente más de un elemento de píxel, tal como para un ladar de formación de imágenes fijo, o si se deben incluir efectos de dispersión de los pulsos, tal como la profundidad del blanco, entonces es necesaria una sofisticación mayor en la red de conmutadores, tal como se explica en mayor detalle a continuación haciendo referencia a las figuras 2 y 3, en las que se muestran dos o más etapas de red de conmutadores ópticos.

40 En la realización de la figura 1, la emisión de luz desde la fuente de luz 18 se retarda para simular la distancia al blanco. Los ejemplos mostrados en las figuras 2 y 3 pueden simular adicionalmente la profundidad del blanco introduciendo un retardo entre la emisión de luz procedente de la fuente de luz y la transmisión de luz desde los respectivos elementos de píxel en la matriz 10.

45 Por ejemplo, un blanco que es un vehículo terrestre puede tener una profundidad de varios metros. Una red de conmutación 14, tal como se muestra en las figuras 2 y 3, puede incluir trayectorias de retardo seleccionables correspondientes a la dispersión de pulsos debida a la profundidad del blanco para un sistema de escaneado de puntos, o variaciones en la distancia a través de un escenario, para un sistema de escaneado por líneas o fijo, si éstas son mayores. Con el fin de simular la profundidad del vehículo terrestre donde un ladar transmite luz a ocho posiciones sobre el vehículo terrestre a una profundidad progresivamente mayor, sería necesario un retardo progresivamente mayor y por lo tanto las trayectorias ópticas se harían progresivamente más largas. Por consiguiente, las trayectorias ópticas respectivas están separadas por una diferencia de trayectoria óptica en el aire de 1 m para simular una profundidad de 7 m, lo que requiere una longitud total de aproximadamente 36 m de fibra, es decir [suma aritmética de  $(k * 1 \text{ m})$ , desde  $k=0$  hasta  $k=\text{número de configuraciones de retardo} - 1$ ]/(índice de refracción del vidrio  $n = 1,5$ ) \* 2.

55 En mayor detalle, la red de guías de onda ópticas 14 puede procesar la luz emitida desde la fuente de luz 18 y proyectada por la matriz 10, para simular múltiples blancos a distancias diferentes, diferente profundidad del blanco y atenuación variable de las señales debida, por ejemplo, a cambios en la distancia o en las características superficiales del blanco.

El generador de escenarios de blancos mostrado en parte en las figuras 2 y 3 tiene características similares a las mostradas en la figura 1, de las que se omiten algunas para mayor brevedad.



En la figura 2, la luz procedente de la fuente de luz 18 se puede acoplar selectivamente a la matriz 10 de elementos de píxel 11 mediante la red de guías de onda ópticas 14. La luz procedente de la fuente de luz se pasa a través de tres etapas en la red 14 para simular diferentes efectos de blancos o procesar la luz según sea necesario.

5 La fuente de luz 18 puede contener uno o varios láseres conectados para transmisión a la red 14, aunque sería necesaria más de una fuente de luz en presencia de armas de energía dirigida o de contramedidas. La red 14 comprende una primera unidad de conmutador óptico 28 que transmite luz a la unidad de retardos de tiempo 30. La primera unidad de conmutador óptico selecciona la trayectoria a través de la unidad de retardos para el retardo apropiado, de acuerdo con una señal de control recibida desde el controlador 22. Las diferentes trayectorias de retardo pueden corresponder por ejemplo, a diferentes longitudes de fibras ópticas.

10 La salida de la unidad de retardos de tiempo se introduce a continuación, por medio de una segunda unidad de conmutador óptico 32, a una unidad de formación de pulsos 34. La unidad de conmutador 32 selecciona la trayectoria adecuada para la conformación de pulsos pertinente. Se describen técnicas de conformación de pulsos en la patente de EE. UU. US 7.068.424 del solicitante/cesionarios sobre 'Multiple Pulse Generation' ('generación de múltiples pulsos'), cuyos contenidos se incorporan en esta memoria.

15 La salida de la unidad de modulación de pulsos 34 se introduce a continuación, por medio de una tercera unidad de conmutador óptico 36, a una unidad de atenuadores 38, para la selección del grado adecuado de atenuación. La unidad de atenuación 38 puede utilizar, por ejemplo, atenuadores de fibra óptica en línea programables, tales como los que están disponibles comercialmente en Anritsu, Hewlett Packard y JDS Uniphase.

20 La salida de la unidad de atenuadores 38 se puede transferir a continuación a los elementos de píxel adecuados 11 en la matriz 10, por medio de una cuarta unidad de conmutación óptica 40 que selecciona las coordenadas correctas (x, y) para el elemento de píxel adecuado 11.

25 Cada una de las unidades de retardos de tiempo, de conformación de pulsos y de atenuación 30, 34, 38 puede comprender un componente específico asociado con un elemento de píxel individual 11 en la matriz 10 para procesar señales ópticas transmitidas por dicho elemento de píxel. Por consiguiente, para una matriz que comprende NxM elementos de píxel 11, serían necesarios NxM componentes, de tal modo que cada píxel puede ser manejado independientemente. De manera alternativa, uno de dichos componentes puede estar asociado con más de un elemento de píxel 11 de tal modo que las señales ópticas transmitidas por más de un elemento de píxel pueden ser procesadas por componentes compartidos. El último dispositivo es preferible desde el punto de vista del coste, del tamaño y de la eficiencia.

30 En la figura 3 se muestra un ejemplo de la red de guías de onda ópticas 14 en funcionamiento.

35 En el dispositivo funcional mostrado en la figura 3, la fuente de luz 18 se introduce en un conmutador óptico (1xM) 42 que está capacitado para la distribución de multidifusión de la señal óptica de entrada, entre hasta M diferentes trayectorias de salida. Las M diferentes trayectorias representan hasta M elementos de píxel 11 en la matriz 10 de elementos de píxel que deben ser iluminados en cada cuadro de imagen. La realización de la figura 3 muestra M = 4, aunque esto es solamente a modo de ejemplo. Puede ser necesaria más de una fuente de láser para ladares de escaneado de líneas o fijos, o para compensar si la red de conmutación requiere funcionamiento a una frecuencia de cuadros relativamente lenta.

40 Puede ser necesario iluminar solamente un elemento de píxel por cuadro si el ladar sometido a prueba es del tipo de escaneado de puntos, en cuyo caso M puede ser 1, si el controlador 22 de la figura 1 puede reconfigurar la red de conmutadores 14 dentro del intervalo del cuadro. De manera alternativa, si se requiere más tiempo para reconfigurar la red de conmutadores 14 del que permitiría el intervalo del cuadro, pueden utilizarse múltiples trayectorias, es decir,  $M > 1$ , generando a continuación cada trayectoria las señales ópticas para un cuadro de datos del ladar. La frecuencia de actualización requerida para la información en cada cuadro se reduce entonces en un factor (1/M). Este enfoque es aplicable a sensores ladar de escaneado de líneas y fijos, así como de escaneado de puntos donde

45 M puede ser mayor que número de elementos 11 en la matriz 10 de elementos de píxel a iluminar por cada cuadro.

50 La señal óptica en cada una de las M trayectorias se proporciona a continuación a la primera etapa de la red de conmutadores ópticos 14, aunque en la figura 3 se muestra para mayor claridad solamente una trayectoria completa, indicándose las trayectorias restantes mediante líneas de puntos. La primera etapa de la red de la figura 3 selecciona el retardo de tiempo sobre la trayectoria, en relación con las otras M trayectorias, con el fin de simular la profundidad del blanco. Si se está probando un ladar de escaneado de puntos, entonces esta imagen puede no ser necesaria. Se utiliza un conmutador óptico 1xN para seleccionar una de N trayectorias de salida, cada una con un retardo de tiempo diferente. Los diferentes retardos de tiempo están representados en la figura 3 mediante números diferentes de bucles de fibra óptica 44.

55 En un ladar de escaneado de líneas o fijo, la primera etapa de la red de conmutadores ópticos se utiliza para simular múltiples blancos a múltiples distancias durante un solo pulso procedente del ladar. Es decir, uno o varios elementos de píxel 11 en la matriz pueden simular un primer blanco a una primera distancia (y un primer retardo de tiempo) y uno o varios otros elementos de píxel 11 en la matriz pueden simular un segundo blanco a una segunda distancia (y

un segundo retardo de tiempo). De manera alternativa, diferentes elementos de píxel 11 en la matriz pueden simular señales de retorno procedentes de un único blanco, pero procedentes de partes del blanco a distancias diferentes.

5 Las salidas de la primera etapa se recombinan mediante una unidad de recombinación de trayectorias 46 para su introducción a la segunda etapa de la red de fibras, que selecciona la forma del pulso temporal. La conformación de pulsos puede ser necesaria para simular ciertas características de un blanco simulado. Por ejemplo, cuando un blanco está inclinado con respecto a la línea de mira, diferentes partes del blanco están simultáneamente a diferentes distancias respecto del ladar. Cuando dicho blanco se ilumina mediante un haz de láser de extensión finita, la duración del pulso se ensancha. Además, la amplitud (potencia de pico) del pulso se reduce, dado que la energía del pulso es constante.

10 En la figura 3, la etapa de conformación de pulsos comprende un divisor óptico para distribuir la señal óptica entre diferentes trayectorias con diferentes retardos de tiempo, con conmutadores ópticos que se abren o cierran en función de si cada trayectoria debe contribuir a la forma del pulso final. Como alternativa al divisor óptico, se podría adoptar un conmutador óptico con capacidad de multidifusión, o múltiples conmutadores individuales. La segunda etapa de la red comprende la utilización de un divisor 1xP, con P diferentes partes posibles de la forma del pulso. De  
15 manera alternativa, se podría utilizar un conmutador óptico NxP, que sustituiría el divisor óptico 1xP 32 y la unidad de recombinación de trayectorias 46 del final de la primera etapa.

La salida de la red de formación de pulsos es la suma de las trayectorias con diferentes retardos, en función de cuánta profundidad del blanco está presente, y por consiguiente de cuánto ensanchamiento de pulsos se requiere. Si no hay ensanchamiento de pulsos, por ejemplo, entonces la señal se envía a largo de una trayectoria sin retardo, si se utiliza un conmutador de multidifusión. De manera alternativa, solamente se cierra el conmutador de trayectoria de retardo cero si se utiliza un divisor y conmutadores individuales.

20 Las diferentes partes de la forma del pulso a las salidas de la segunda etapa se recombinan mediante una unidad de recombinación 48, que puede ser un multiplexor, para su introducción a la tercera etapa, que comprende un atenuador óptico 38, por ejemplo un atenuador óptico programable. La atenuación de las señales ópticas permite la simulación de cambios en la amplitud de la señal debidos a cambios en la distancia. La salida del atenuador 38 proporciona una entrada a un conmutador óptico M x K 40, donde hay M entradas y K salidas, correspondiendo K al número de elementos de píxel 11 en la matriz 10 de elementos de píxel.

30 La matriz 10 de elementos de píxel mostrada en la figura 3 puede ser una parte de una matriz mayor de elementos de píxel, respondiendo cada parte a una fuente de láser 18 y una red de conmutadores ópticos 14. El conmutador óptico M x K 40 dirige M señales ópticas con el retardo de tiempo relativo correcto, la forma de pulso correcta y el nivel de atenuación correcto a las coordenadas seleccionadas (x, y) en la matriz 10 de elementos de píxel, que proporciona iluminación al ladar sometido a prueba.

35 Mayores tamaños de matrices de elementos de píxel pueden requerir más de una matriz de conmutadores para mantener la flexibilidad. Los volúmenes de los conmutadores físicos involucrados en este enfoque limitarán finalmente el tamaño de la matriz de proyectores que se podría manejar de manera factible, si bien se espera que los conmutadores ópticos MEMS futuros incorporen mayores cantidades de canales en formatos menores.

40 El volumen de los conmutadores ópticos, del atenuador óptico, de la fibra óptica más los conectores y acopladores (no mostrados) necesarios para conectar juntos operativamente todos los componentes, contribuye al volumen total del equipo. Dichos componentes pueden estar localizados remotamente respecto de la matriz 10 de elementos de píxel, que sería el único componente montado frente al ladar sometido a prueba.

**REIVINDICACIONES**

1. Un generador de escenarios de blancos (8) para generar una imagen de un blanco, para su utilización en una prueba de un aparato de detección de láser pulsado a incorporar a un objeto volador, comprendiendo el generador (8):

5 una matriz (10) de elementos de píxel (11), medios de detector (20) para detectar el funcionamiento de un láser pulsado, y medios de fuente de luz (18) para generar por lo menos un pulso de luz que representa un pulso de láser devuelto,

**caracterizado por que** el generador (8) comprende además:

10 una red reconfigurable (14) de guías de onda ópticas, que acopla selectivamente dichos medios de fuente de luz (18) a dichos elementos de píxel (11) respectivos, y

15 un medio de controlador (22) que funciona para reconfigurar selectivamente dicha red de guías de onda (14), de manera que presenta a elementos de píxel seleccionados dicho por lo menos un pulso de luz, y funcionando dicho medio de controlador (22) de tal modo que dicho un pulso recibe características de retardo de tiempo seleccionadas, de manera que la luz emitida desde dichos píxeles representa las señales ópticas devueltas procedentes de un blanco iluminado por dicho aparato,

20 incluyendo la red (14) una serie de elementos de retardo (44) que proporcionan diferentes retardos, y estando dispuesto dicho medio de controlador (22) para incorporar selectivamente los elementos de retardo (44) en trayectorias de luz a cada elemento de píxel (11) desde dicho medio de fuente de láser (18), con el fin de representar efectos de dispersión del pulso o variaciones en el retardo de tiempo de la señal dentro de un escenario.

25 2. Un generador acorde con la reivindicación 1, en el que la red reconfigurable (14) de guías de onda ópticas comprende una serie de guías de onda ópticas (12) para dirigir luz emitida desde los medios de fuente de luz (18) a cualesquiera uno o varios de la serie de elementos de píxel (11) en la matriz (10) de píxeles, y por lo menos un elemento de conmutación (28, 32, 36, 40) para dirigir selectivamente luz emitida desde dichos medios de fuente de luz (18) a lo largo de cualesquiera una o varias de las guías de onda ópticas (12), de acuerdo con una imagen de un blanco a generar.

30 3. Un generador (8) acorde con la reivindicación 2, en el que los elementos de píxel (11) están formados mediante extremos respectivos, o elementos ópticos en los extremos respectivos de las guías de onda ópticas (12), de tal modo que la luz emitida desde los medios de fuente de luz (18) se puede dirigir a lo largo de las guías de onda (12) a los elementos de píxel (11) para formar una imagen de un blanco.

4. Un generador (8) acorde con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que las guías de onda ópticas (12) son fibras ópticas.

35 5. Un generador (8) acorde con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que los medios de fuente de luz (18) comprenden una única fuente de láser y la red (14) de guías de onda ópticas se puede reconfigurar para dirigir luz emitida desde dicha fuente de láser a cualesquiera uno o varios de los elementos de píxel (11) en la matriz de píxeles (10).

6. Un generador (8) acorde con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dicho medio de detector (20) incluye medios de fotodetección dispuestos para recibir luz desde un láser pulsado incidente sobre dicha matriz (10).

40 7. Un generador (8) acorde con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dicho medio de detector (20) incluye medios de fotodetector dispuestos para recibir luz desde un láser pulsado que no es incidente sobre dicha matriz (10).

45 8. Un generador (8) acorde con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dicha red de guías de onda (14) es reconfigurable, de tal modo que la trayectoria óptica a cada elemento de píxel (11) de dicha matriz (10) es controlable individualmente para controlar la emisión de luz.

9. Un generador (8) acorde con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dicha red (14) incluye una serie de conmutadores ópticos reconfigurables (28, 32, 36, 40) que tienen múltiples entradas que pueden ser conectadas selectivamente a múltiples salidas.

50 10. Un generador (8) acorde con la reivindicación 9, en el que dichos conmutadores (28, 32, 36, 40) son reconfigurables para entregar cualquier entrada a los mismos, a cualquiera de una serie de salidas.

11. Un generador (8) acorde con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que los medios de fuente de luz (18) comprenden un espejo o un retroreflector.

12. Un generador acorde con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3 ó 5 a 10, en el que dichos medios de fuente de luz (18) comprenden una serie de dispositivos láser de diferentes longitudes de onda y/o formas de pulsos.
13. Un generador (8) acorde con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dicho medio de fuente de láser (18) está dispuesto para simular efectos de contramedidas de deslumbramiento.
- 5 14. Un generador acorde con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la distancia al blanco es simulada mediante dicho medio de controlador (22) controlando el tiempo de la emisión de los pulsos de dichos medios de fuente de luz (18).
15. Un generador acorde con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dichos elementos de retardo comprenden longitudes de fibra óptica.
- 10 16. Un generador acorde con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además una unidad de recombinación (48) para recombinar diferentes partes de una forma de un pulso después de la incorporación selectiva de los elementos de retardo (44) en las trayectorias de luz a cada elemento de píxel (11).
17. Un generador acorde con la reivindicación 16, en el que la unidad de recombinación (48) comprende un multiplexor.
- 15 18. Un procedimiento de generación de la imagen de un blanco para su utilización probando un aparato de detección de láser pulsado que puede ser incorporado a un objeto volador, comprendiendo el procedimiento:
- detectar el funcionamiento del aparato y proporcionar, en respuesta a dicha detección, por lo menos un pulso de luz que representa un pulso de láser devuelto, y
- proporcionar una matriz (10) de elementos de píxel (11),
- 20 **caracterizado por que** el procedimiento comprende además:
- disponer una red reconfigurable (14) de guías de onda ópticas, incluyendo la red (14) una serie de elementos de retardo (44) que proporcionan diferentes retardos,
- acoplar selectivamente dicho por lo menos un pulso de luz a algunos seleccionados de dichos elementos de píxel (11) para su emisión desde los mismos, y
- 25 dotar a dicho un pulso de características de retardo de tiempo seleccionadas, mediante incorporar selectivamente los elementos de retardo (44) en trayectorias de luz a cada elemento de píxel (11) desde dicho medio de fuente de láser (18), para representar efectos de dispersión del pulso o variaciones en el retardo de tiempo de la señal dentro de un escenario; de tal modo que la luz emitida desde dichos píxeles (11) representa una imagen de un blanco iluminado por dicho
- 30 aparato.

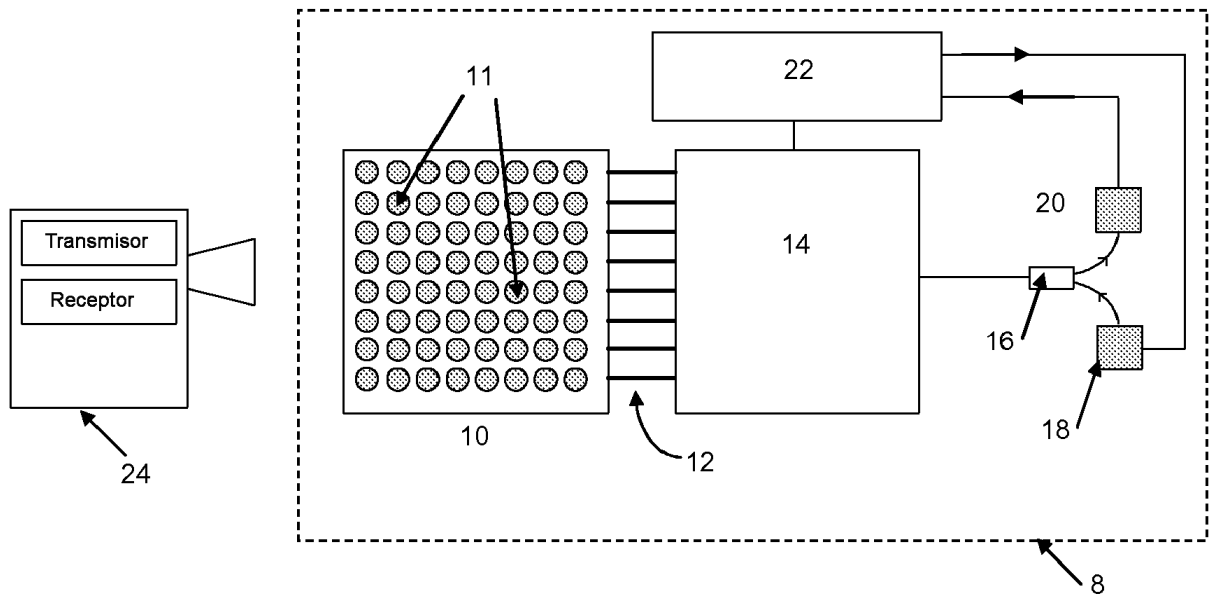


Figura 1

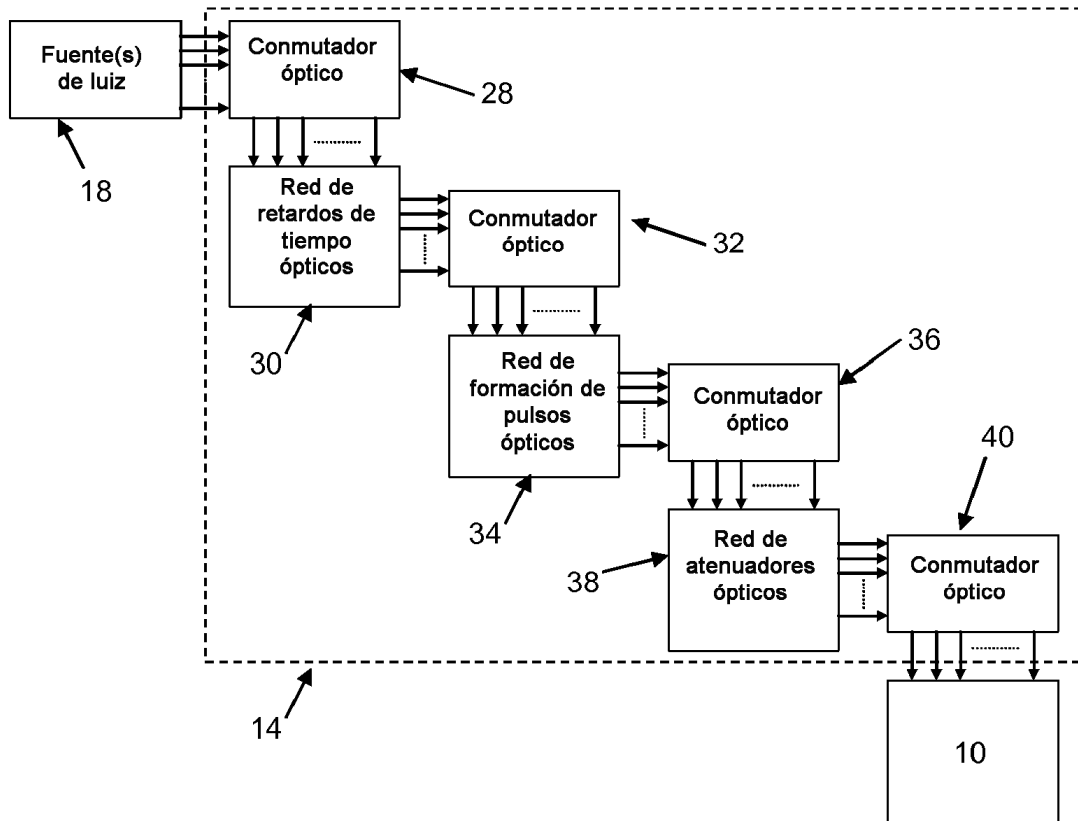


Figura 2

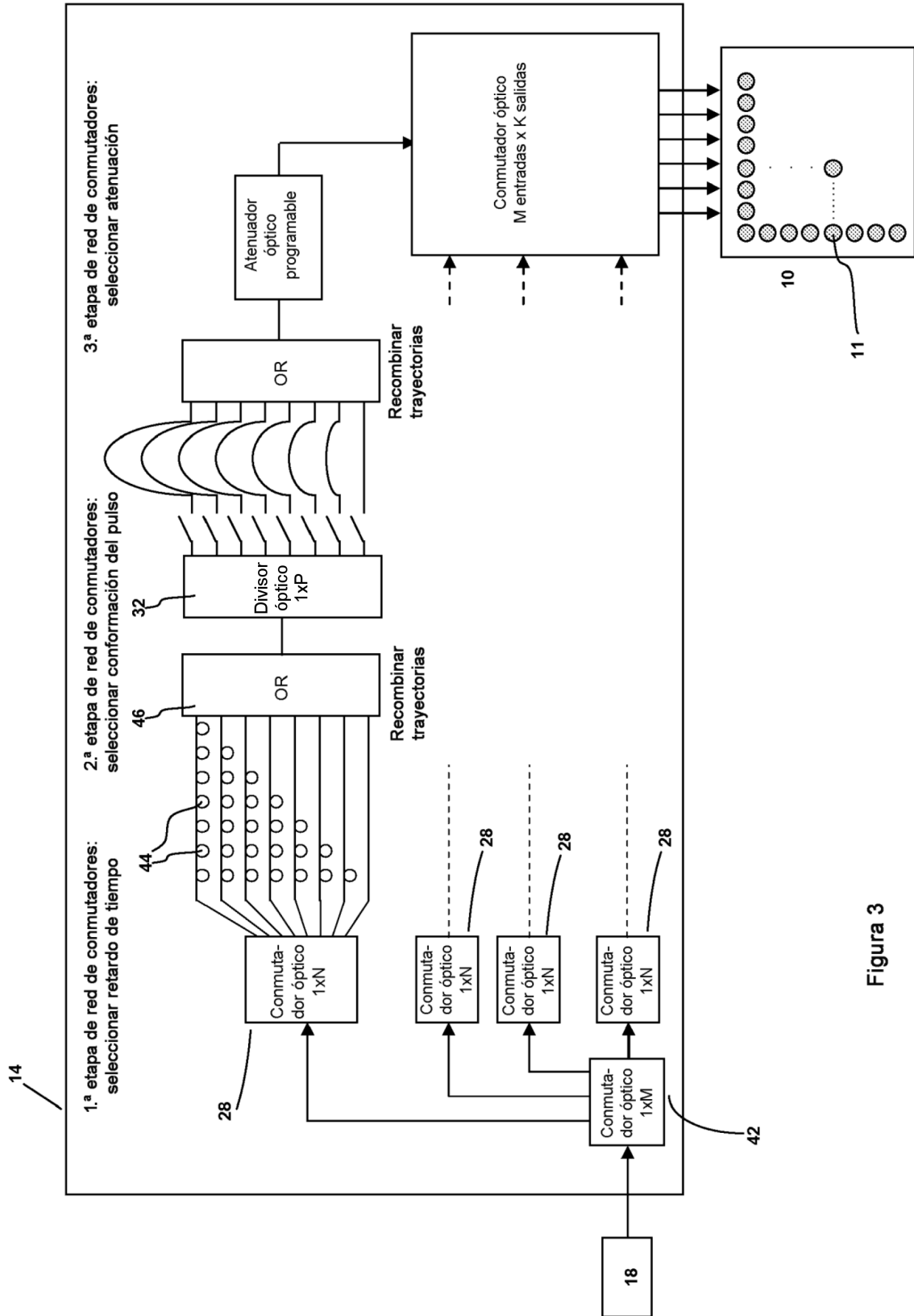


Figura 3