INTERFERÓMETRO POLIÉDRICO LÁSER, SISTEMA DE VERIFICACIÓN DE DEFORMACIÓN PARA INTERFERÓMETROS POLIÉDRICOS Y MÉTODO PARA DETERMINAR INTERFERENCIA ÓPTICA

RESUMEN

La presente invención divulga un interferómetro láser dispuesto en una estructura poliédrica, la cual puede rotar sobre dos ejes, horizontal o vertical, y permite medir patrones de interferencia en diferentes posiciones. En una versión preferida del invento se tiene un interferómetro dispuesto en un octaedro. El invento posee además un sistema óptico para detectar posibles deformaciones de la estructura para anticipar y evitar errores de medición ocurridos por los materiales de construcción o acoples entre los elementos del interferómetro.

CAMPO DE LA INVENCIÓN

La presente invención se relaciona en forma general con interferómetros ópticos y en forma particular se relaciona con un interferómetro laser dispuesto en una estructura poliédrica móvil.

ANTECEDENTES DE LA INVENCIÓN

Los interferómetros son dispositivos ópticos ampliamente conocidos que emplean la interferencia de las ondas luminosas para medir con alta precisión longitudes de onda de la misma luz.

Las aplicaciones de los interferómetros han comprendido históricamente campos como: agricultura, biotecnología, cosméticos, ciencias de la tierra, de la atmósfera y mineralogía, control medioambiental, ciencia forense, medicina, investigación militar, industria química entre otros.

Una de las aplicaciones más empleadas de estos dispositivos comprende la medición de distancias y contornos empleando un haz de luz monocromático. Cuando se conoce la longitud de onda de la luz empleada, pueden medirse distancias pequeñas en la trayectoria óptica analizando las interferencias producidas.

En astronomía los interferómetros se emplean para medir el diámetro de estrellas grandes relativamente cercanas, mediante el análisis de imágenes de variaciones del brillo en la superficie de dichas estrellas. El principio del interferómetro se ha extendido a otras longitudes de onda y en la actualidad está generalizado su uso en radioastronomía.

Uno de los experimentos más famosos de la historia de la física se realizó con un interferómetro simple inventado por Albert Abraham Michelson y Edward Morley en 1887, con el cual ambos investigadores intentaron medir la velocidad de la Tierra respecto a un supuesto éter luminífero. Su funcionamiento se basó en la división de un haz coherente de luz en dos haces, procurando que recorran caminos diferentes, uno de ellos se somete al supuesto “estrés” el cual se quiere verificar y luego converjan nuevamente en un punto. De esta forma se obtiene un patrón de interferencia que permitirá medir pequeñas variaciones en cada uno de los caminos seguidos por los haces.

Los resultados de este experimento revelaron que la velocidad de la luz es independiente de la posición del observador, uno de los postulados que dieron origen a la teoría de la relatividad de Einstein. Sin embargo, varios físicos han tratado de desarrollar prototipos que permitan demostrar que las conclusiones de Michelson y Morley no fueron precisas.

En el documento de patente Japonés **JP H1019683 A** (1998), titulado: “*Method And Device For Certifying Existence Of Electromagnetic Ether*”, se proporciona un método para certificar la existencia de éter electromagnético como medio de onda electromagnética. Para ello la solución propuesta consiste en lo siguiente: El interferómetro de Michelson-Morley que utiliza el láser Jaseja se instala en un avión que se mueve a alta velocidad, o un transbordador espacial que tiene una velocidad

relativa más alta, y el viento de "éter electromagnético" se observa cambiando un ángulo en dirección de desplazamiento.

Otra posibilidad de dicha invención comprende lanzar varios (por lo menos tres) satélites artificiales en una condición en la que tienen la velocidad relativa lo más alta posible al suelo, los impulsos láser son emitidos desde uno de los satélites a los espejos de los otros satélites, de tal manera que se giran en la dirección opuesta entre sí, los espejos de los otros satélites se instalan de tal manera que se recupera el impulso láser al satélite original y se mide la diferencia de tiempo de los impulsos láser recuperados al satélite original.

En el documento de patente **US 6876451 B1** (2005) se detalla un interferómetro, el cual a diferencia de los anteriormente mencionados posee una ruta en zigzag para un haz de luz. En particular este interferómetro posee varios ejes e incluye una parte multiplexora y una parte divisora de haz integrada en el mismo monolito ópticamente transmisor. La porción de multiplexor está configurada para dividir un haz de entrada en una pluralidad correspondiente de haces intermedios, cada uno de los cuales está dirigido hacia la parte divisora de haz a través de un puerto de salida correspondiente de la parte multiplexadora. La porción de divisor de haz está configurada para separar el haz intermedio en un componente de medición y un componente de referencia.

El documento de patente **US 2010/0321701 A1** (2010) presenta un arreglo de medios ópticos dispuestos en paralelo, con doble haz y en forma de “L”, proporcionando medios y métodos para neutralizar los impactos negativos de las contracciones de Fitzgerald-Lorentz y Sagnac sobre los resultados experimentales, especialmente en las aplicaciones de detección experimental y confirmación de existencia de éter. Los experimentos se basan en observar y registrar los cambios de las franjas de interferencia provocadas por las diferencias en la influencia del viento del éter en dos rayos láser cruzados unidireccionales paralelos que viajan a través de dos trayectorias ópticas en forma de “L” combinadas de dos medios ópticos diferentes.

En relación con las orientaciones azimutales y las geo-posiciones del equipo experimental, los resultados experimentales son altamente predecibles desde la posición no relativista, mientras que no son explicables desde la posición relativista.

Sin embargo, dado que la disposición en forma de “L” puede traer errores de medición asociados a la deformación de las estructuras que soportan los elementos ópticos, la presente invención provee un nuevo interferómetro que a diferencia del estado de arte balancea las cargas mecánicas, en la forma de un poliedro, para maximizar la precisión de las medidas ópticas, al tiempo que permite generar rotaciones de todos los elementos ópticos respecto a un eje, de manera que se puedan realizar experimentaciones en la detección experimental y confirmación de existencia de dicho éter, entre otras aplicaciones.

DESCRIPCIÓN BREVE DE LAS FIGURAS

Figura 1. Muestra una vista general en perspectiva del interferómetro poliédrico regular de la presente invención en una de sus versiones preferidas. Se numeran los elementos principales que conforman el mismo.

Figura 2. Muestra una vista lateral del interferómetro vista desde arriba, de la presente invención donde los elementos y la trayectoria de los rayos de luz,están dispuestos en posición horizontal.

Figura 3. Muestra una vista lateral del interferómetro de la presente invención en posición horizontal, donde los elementos y la trayectoria de los rayos de luz están dispuestos en posición horizontal, en la dirección perpendicular a la gravedad.

Figura 4. Muestra una vista lateral del interferómetro en posición vertical, en dirección en contra de la gravedad, en donde los rayos van verticalmente a la superficie de la tierra.

Figura 5. Muestra una versión preferida del sistema de verificación de deformación para interferómetros poliédricos regulares de la presente invención. En ella se indica la trayectoria de los rayos de luz emitidos por una fuente, realizando dos trayectorias poligonales perpendiculares e impactando en una superficie opaca.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCIÓN

La presente invención se relaciona en forma general con el desarrollo de un interferómetro óptico y en forma particular se relaciona con el desarrollo de un interferómetro laser dispuesto sobre una estructura poliédrica móvil, el cual sirve para detectar patrones de interferencia en ondas luminosas.

La presente invención puede ser entendida a partir de la modalidad particular mostrada en la Figura 1, la cual está caracterizada por comprender una estructura poliédrica regular (1) formada por una multiplicidad de tuberías, ángulos y platinas de hierro estructurales, unidas en sus extremos formando una cercha tridimensional, la cual da soporte externo al interferómetro y a todos los demás elementos que se unen a él; una estructura de tuberías (2-5), interior a la estructura poliédrica regular, dispuesta entre los vértices del poliedro, la cual le confiere resistencia mecánica y resuelve el problema de deformación en cualquiera de los ejes tridimensionales, el cual se presenta en la mayoría de los interferómetros; una pareja de soportes (6,7) unidos a dos vértices opuestos de la estructura poliédrica regular que le permite rotar libremente en al menos un eje para obtener medidas de interferencia en diferentes ángulos respecto al marco inercial terrestre; una fuente de luz láser (3) unida a cualquiera de los vértices en el plano vertical al eje de giro (Fig. 2); una superficie plana y opaca (9) provista de un orificio que permite concentrar el rayo de luz, formando una diana o un disco “Airy”, en donde el vector normal a dicha superficie en el centro del orificio está alineado con la trayectoria de la radiación que emite la fuente de luz láser; una lente circular convergente (10) que permite enfocar los rayos de luz emitidos, procurando que su eje focal está alineado con la trayectoria de la radiación que emite la fuente de luz láser; adicionalmente entre 1 a 11 espejos planos (11), dispuestos alternadamente entre vértices opuestos de la estructura poliédrica regular y en contacto con el rayo de luz emitido por la fuente de luz láser; una superficie plana, opaca (12), en contacto con el rayo de luz láser emergente luego de reflejarse en los espejos planos, la cual permite visualizar el patrón de interferencia generado en el interferómetro; y por último un elemento de

captura de imagen (13) orientado a la superficie plana (12) para registrar en detalle el patrón de interferencia obtenido en dicha experimentación.

En una versión preferida de la presente invención, la superficie plana, opaca (9) está recubierta con un pigmento de color rosado, amarillo, azul o rojo, para mejorar el contraste luminoso.

Para efectos de la presente invención, un poliedro regular es un cuerpo geométrico cuyas caras son planas e iguales y encierran un volumen finito.

Para efectos de la presente invención, una barra es una pieza de metal u otra materia, de forma generalmente prismática, angular, cuadrada o cilíndrica y mucho más larga que gruesa.

Para efectos de la presente invención, una superficie plana, opaca es entendida como una pantalla.

En una versión adicional de la presente invención, la superficie plana y opaca del interferómetro poliédrico regular (12) posee embebido en su cuerpo fotodetectores. Preferiblemente sensores que comprenden arreglos de diodos.

En una versión preferida del invento, la lente circular convergente (10) es un colimador que permite lograr rayos de luz paralelos entre sí.

En otro aspecto de la presente invención, el interferómetro láser poliédrico está caracterizado por poseer espejos planos (11) que son reflexivos en la cara anterior. El espejo puede estar plateado para ser reflexivo por la cara anterior o por la posterior, aunque lo normal es que esté plateada la posterior. Para efectos de la presente invención, buscado evitar los efectos de la refracción del vidrio se prefiere que la cara reflexiva sea la cara anterior.

En otro aspecto de la presente invención, el vector normal a la superficie del primer espejo plano (11) en contacto con el rayo de luz emitido por la fuente de luz láser no está alineado al vector normal a la superficie plana y opaca (9). Asimismo, se logra que la dirección de propagación del rayo de luz transmitido en el interferómetro difiera de la del rayo de luz incidente en los espejos planos, de manera que se pueda

generar en forma alternada una serie de rebotes del rayo de luz, antes de impactar en una superficie opaca o pantalla (12).

En otro aspecto de la presente invención, el elemento de captura de imagen (13) es una cámara fotográfica digital, preferiblemente de alta resolución, la cual está dispuesta al frente de la superficie plana opaca o pantalla (12), en la cual se hace evidente el patrón que forman los rayos de luz incidentes luego de pasar por el interferómetro.

En una variación de la presente invención, dicha superficie plana, opaca (12) está recubierta con un pigmento, de manera que se pueda apreciar mejor la formación de los patrones de interferencia, ya que la reflexión en una superficie blanca puede encandilar la cámara fotográfica, perdiendo detalles de la imagen, en dicha versión se prefiere un pigmento de color rosado, azul, amarillo o rojo.

En una versión preferida de la presente invención, el interferómetro es un octaedro regular y está conformado por un juego de 9 espejos planos (11), reflectivos en su cara anterior y dispuestos en forma alternada entre vértices opuestos de dicho octaedro.

La presente invención provee además un Sistema de Verificación de Deformación para interferómetros poliédricos, tal como se muestra en la Figura 5, caracterizado porque comprende una fuente de luz láser (14) unida a una arista exterior de la estructura poliédrica regular; entre 8 a 50 espejos planos (15) ubicados en la vecindad de los vértices de la estructura poliédrica regular; y una superficie plana, opaca (16), en contacto con el rayo de luz emitido por dicha fuente de luz.

Este sistema de verificación resuelve el problema de la incertidumbre que se genera en las mediciones ópticas, cuando la estructura que los soporta (Figura 1), normalmente metálica, se deforma por efectos de la temperatura, la cual genera dilatación de los materiales o fatiga mecánica. Lo que se desea revisar es que un haz de luz envolvente a la estructura del poliedro no se desplace de su posición original. Normalmente esta verificación se realiza en dos planos o trayectorias, en

virtud de la forma tridimensional de la estructura, la cual podría presentar alargamientos o contracciones en una o varias dimensiones geométricas.

En otro aspecto de la presente invención, la trayectoria de los rayos emitidos por la fuente de luz forma un polígono cerrado en el sistema de verificación de deformación, esto se logra haciendo que el vector normal a la superficie de los espejos planos (15) esté alineado con el centroide de la estructura poliédrica regular.

En otro aspecto de la presente invención, los planos que forman las trayectorias de los rayos emitidos son perpendiculares entre sí, lo cual se logra haciendo que los planos que forman los vectores normales a la superficie de los espejos planos (15) y el centroide de la estructura poliédrica regular sean perpendiculares entre sí.

En una versión preferida de la presente invención, el rayo de luz emitido por la fuente de luz láser del sistema de verificación (14) converge en un punto de referencia sobre la superficie plana opaca (16), lo que facilita la verificación de alguna posible deformación de la estructura. Un desplazamiento del haz de luz relativo a dicha superficie será un indicativo potencial de la ocurrencia de deformación mecánica del interferómetro poliédrico regular. Para lograr lo anterior el vector normal a la superficie de la fuente de luz láser (14) debe incidir en un punto en contacto con la superficie plana opaca (16).

En otro aspecto de la presente invención, se balancea la estructura para contrarrestar la diferencia de los pesos de los componentes que forman el interferómetro, ya que originalmente la estructura es completamente simétrica y por lo tanto, teóricamente balanceada.

La presente invención provee además un método para determinar interferencia óptica, caracterizado porque comprende las etapas de:

a. Proveer un interferómetro láser poliédrico;
b. Proveer un sistema de verificación de deformación al interferómetro láser poliédrico;

c. Hacer transitar un rayo de luz láser por los espejos planos (11) del interferómetro láser poliédrico, en posición horizontal;

d. Capturar la imagen que se forma sobre la pantalla plana, opaca (12) del interferómetro láser poliédrico, en posición horizontal;

e. Rotar 90° sobre el eje vertical al plano generado por los rayos láser al girar el interferómetro láser poliédrico, de manera que los rayos de luz queden en contra de la gravedad en posición vertical;

f. Capturar la imagen que se forma sobre la pantalla plana, opaca del interferómetro láser poliédrico rotado según el paso anterior, sobre el eje vertical al plano en donde está el interferómetro;

g. Encender la fuente de luz láser del sistema de verificación de deformación (14) al interferómetro láser poliédrico;

h. Hacer transitar dichos rayos de luz láser del sistema de verificación de deformación sobre el contorno de la estructura del interferómetro poliédrico en dos planos perpendiculares entre sí;

i. Capturar la imagen que se forma sobre la pantalla planas y opaca (16) del sistema de verificación de deformación;

j. Comparar las imágenes captadas en la pantalla, horizontal y verticalmente y medir la diferencia entre ellas.

Precisando además que el interferómetro poliédrico está montado en dos estructuras piramidales (6,7) las cuales descansan sobre unos discos apoyados en material flexible, preferiblemente caucho, para amortiguar las posibles vibraciones del suelo.

EJEMPLO

Como ejemplo de realización, se construyó un interferómetro octaédrico láser como el mostrado en la Figuras 1-5. El refuerzo se elaboró en tubería cuadrada de hierro estructural, y el sistema podía rotar empleando dos cojinetes que se instalaron en los extremos de los vértices, los cuales eran soportados por dos estructuras igualmente metálicas (6,7) de forma piramidal; y se incorporó una fuente de rayo láser a 532 nm de longitud de onda.

Antes de encender el láser se orientó el octaedro para que los rayos de luz se transportaran en forma horizontal sobre una disposición de 9 espejos planos. Como lente convergente se empleó un colimador. Se encendió la fuente láser y luego de unos segundos se capturó la imagen que se generaba en la pantalla o superficie plana, opaca, empleando para ello una cámara digital de 16 mega pixeles que estaba colocada justo en frente de dicha pantalla.

Posteriormente, la estructura del octaedro se giró 90°, de manera que el rayo de luz quedara posicionado en forma vertical, o lo que es lo mismo, en contra de la gravedad, y se volvió a capturar la imagen que se generaba en la pantalla o superficie plana, opaca, empleando para ello la misma cámara digital de 16 mega pixeles.

Ambas imágenes digitales se almacenaron en un computador y al analizar la distribución de intensidades de la luz en cada pixel, se encontraron diferencias significativas.

Al mismo tiempo del experimento se encendió la fuente del sistema de verificación de deformación, y se encontró que el punto de luz que la impactaba, el cual venía de recorrer dos cuadrados regulares y perpendiculares sobre los contornos del octaedro, no presentaban desviación alguna. Se concluye que el equipo no sufrió deformación en la estructura durante su utilización como interferómetro y que la diferencia entre las dos imágenes captadas horizontal y verticalmente, se debe a la gravedad y no a posible deformación del interferómetro.

CAPITULO REIVINDICATORIO

REIVINDICACIONES

1. Un interferómetro láser poliédrico regular, caracterizado porque comprende:

   a. Una estructura poliédrica regular (1) formada por una multiplicidad de barras unidas en sus extremos;
   b. Una estructura de varillaje (2-5), interior a la estructura poliédrica regular, dispuesta entre los vértices del poliedro;
   c. Una pareja de soportes (6,7) unidos a dos vértices opuestos de la estructura poliédrica regular;
   d. Una fuente de luz láser (8) unida a uno de los vértices de la estructura poliédrica regular;
   e. Una superficie plana y opaca provista de un orificio (9), en donde el vector normal a dicha superficie en el centro del orificio está alineado con la trayectoria de la radiación que emite la fuente de luz láser;
   f. Una lente circular convergente (10), en donde su eje focal está alineado con la trayectoria de la radiación que emite la fuente de luz láser;
   g. Entre 1 a 11 espejos planos (11), dispuestos alternadamente entre vértices opuestos de la estructura poliédrica regular y en contacto con el rayo de luz emitido por la fuente de luz láser;
   h. Una superficie plana, opaca (12), en contacto con el rayo de luz láser emergente luego de reflejarse en los espejos planos;
   i. Un elemento de captura de imagen (13) orientado a la superficie plana.

2. El interferómetro láser poliédrico de la reivindicación 1, en donde los espejos planos son reflexivos en la cara anterior.
3. El interferómetro láser poliédrico de la reivindicación 1, en donde el vector normal a la superficie del primer espejo plano (11) en contacto con el

rayo de luz emitido por la fuente de luz láser no está alineado al vector normal a la superficie plana y opaca (9).

4. El interferómetro láser poliédrico de la reivindicación 1, en donde el elemento de captura de imagen es una cámara fotográfica digital.
5. El interferómetro láser poliédrico de la reivindicación 1, en donde la superficie plana, opaca (9) está recubierta con un pigmento de color rosado, amarillo, azul o rojo.
6. El interferómetro láser poliédrico de la reivindicación 1, en donde la superficie plana, opaca (9) contiene fotodetectores.
7. Un sistema de verificación de deformación para interferómetros poliédricos regulares, caracterizado porque comprende:
    a. Una fuente de luz láser (14) ubicada sobre una arista exterior de la estructura poliédrica regular de un interferómetro según la reivindicación 1;
    b. Entre 8 a 50 espejos planos (15) ubicados en la vecindad de los vértices de la estructura poliédrica regular.
    c. Una superficie plana, opaca (16), en contacto con el rayo de luz emitido después de darle entre 1 a 10 vueltas a la estructura.
8. El sistema de verificación de deformación de la reivindicación 7, en donde el vector normal a la superficie de los espejos planos (15) está alineado con el centroide de la estructura poliédrica regular.
9. El sistema de verificación de deformación de la reivindicación 7, en donde los planos que forman los vectores normales a la superficie de los espejos planos (15) y el centroide de la estructura poliédrica regular son perpendiculares entre sí.
10. El sistema de verificación de deformación de la reivindicación 7, en donde las superficies planas opacas están recubiertas con un pigmento de color rosado, azul, amarillo o rojo.
11. El sistema de verificación de deformación de la reivindicación 7, en donde el vector normal a la superficie de la fuente de luz láser (14) incide en un punto, en contacto con la superficie plana opaca (16).

12. Un método para determinar interferencia óptica, caracterizado porque comprende las etapas de:

a. Proveer un interferómetro láser poliédrico;
b. Proveer un sistema de verificación de deformación al interferómetro láser poliédrico;
c. Hacer transitar un rayo de luz láser por los espejos planos (11) del interferómetro láser poliédrico;
d. Capturar la imagen que se forma sobre la pantalla plana, opaca (12) del interferómetro láser poliédrico;
e. Rotar 90° sobre un eje del interferómetro láser poliédrico, de manera que los rayos de luz queden en contra de la gravedad en posición vertical;
f. Capturar la imagen que se forma sobre la pantalla plana, opaca del interferómetro láser poliédrico rotado sobre alguno de sus ejes;
g. Encender la fuente de luz láser del sistema de verificación de deformación (14) al interferómetro láser poliédrico;
h. Hacer transitar dichos rayos de luz láser del sistema de verificación de deformación sobre el contorno de la estructura del interferómetro poliédrico en dos planos perpendiculares entre sí;
i. Capturar la imagen que se forma sobre la pantalla plana y opaca (16) del sistema de verificación de deformación.

FIGURAS

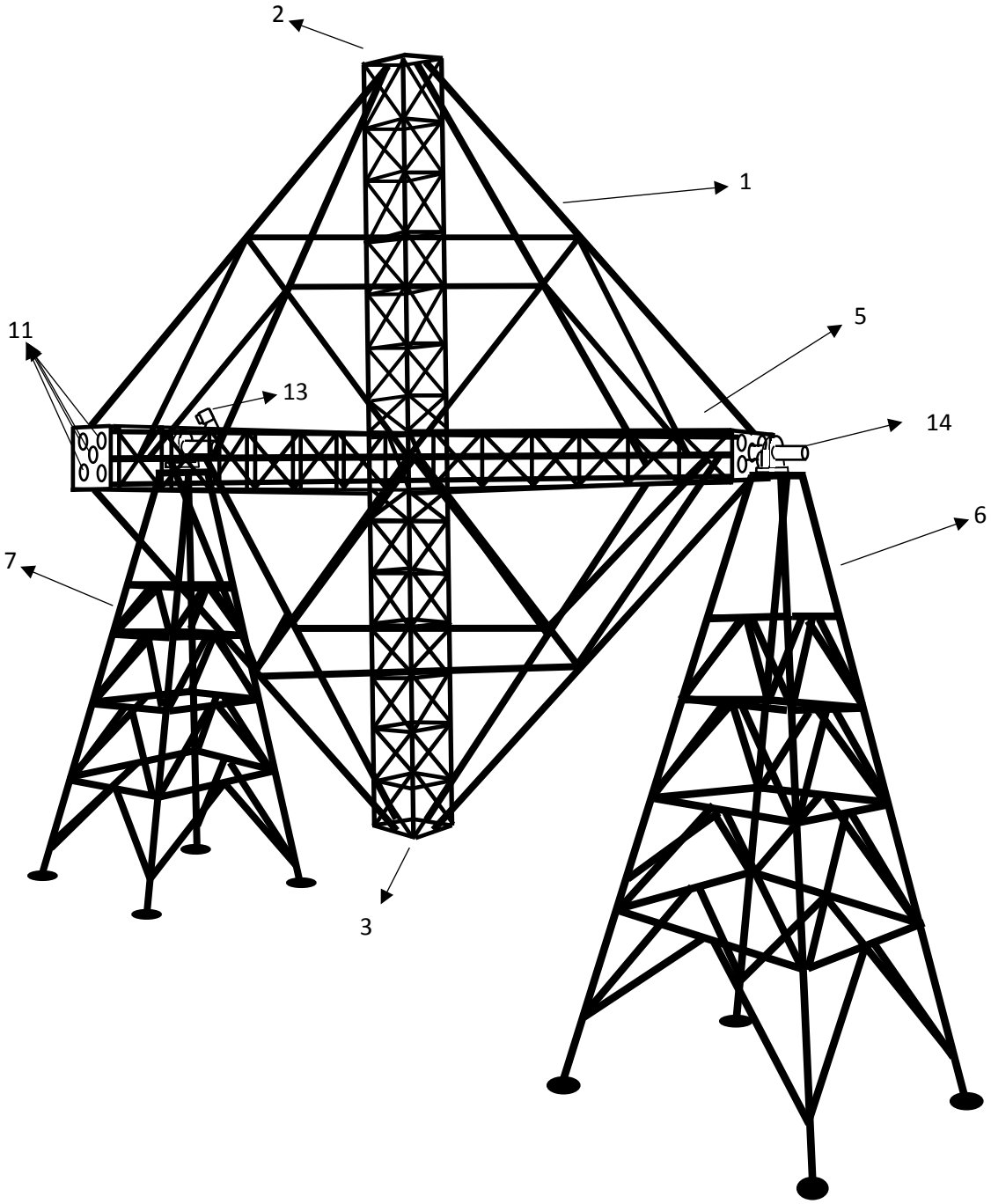

Figura 1

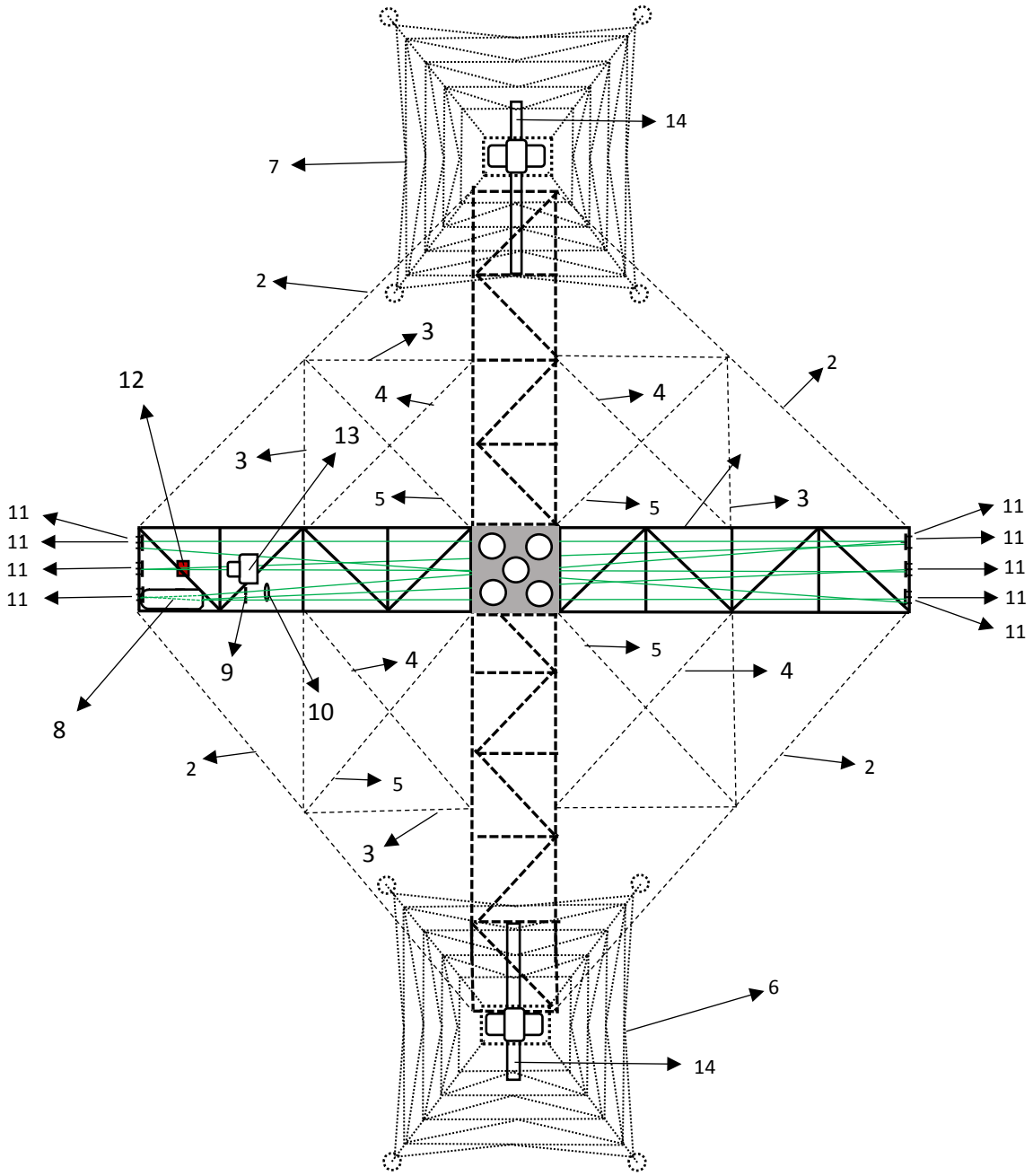
14
7
2
3
2
12
4
4
13
3
5
5
3
11
11
11
11
11
11
11
11
11
9
4
5
4
8
10
2
5
2
3
6
14

Figura 2

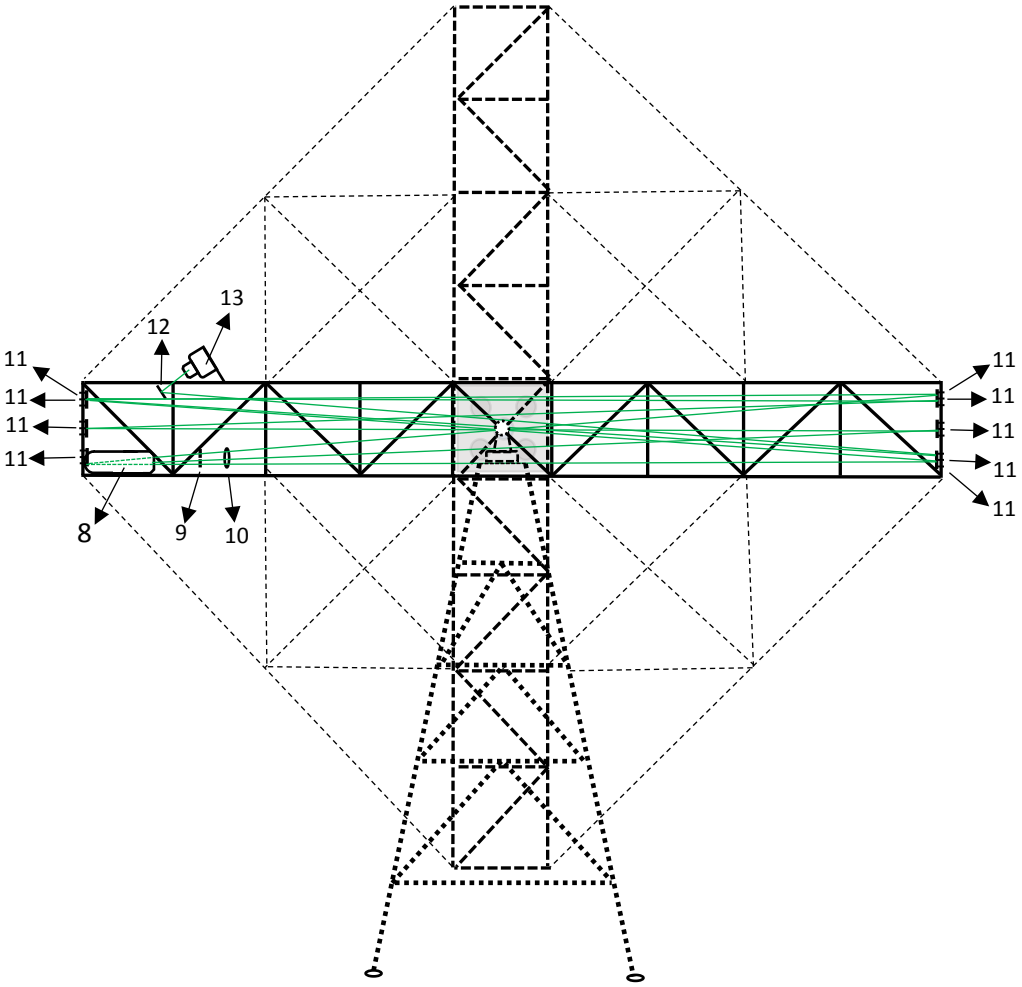

Figura 3

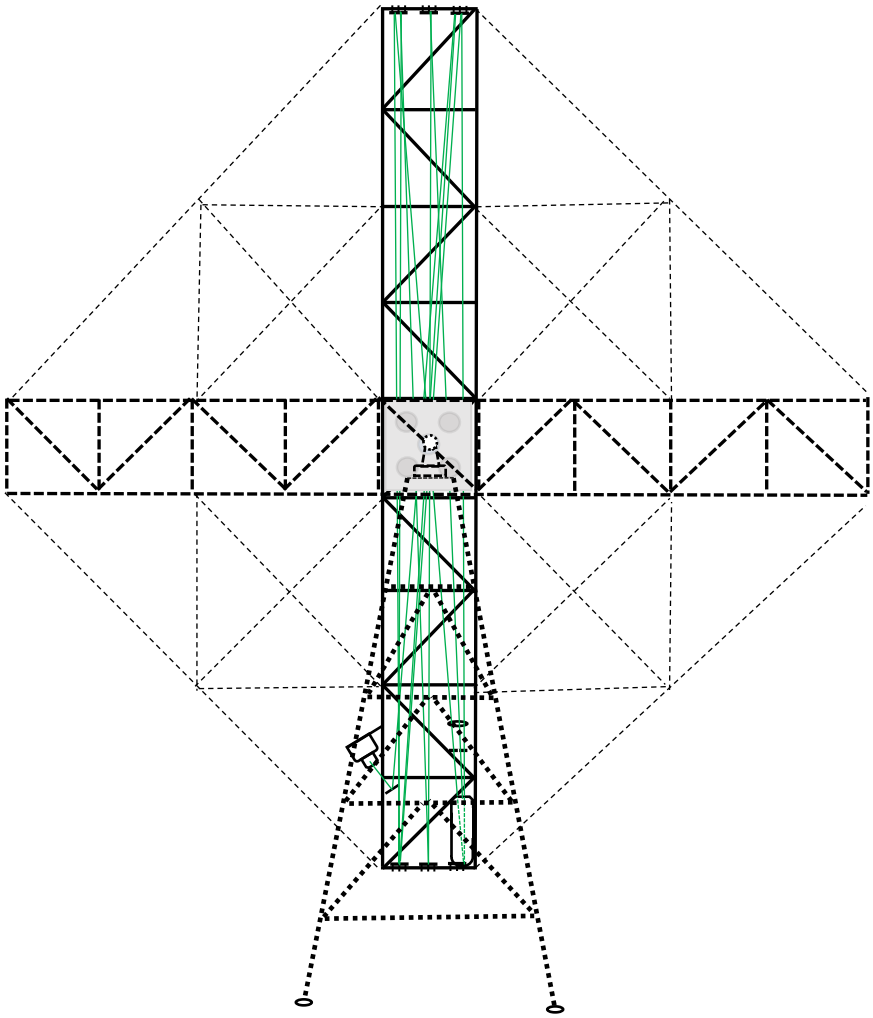

Figura 4

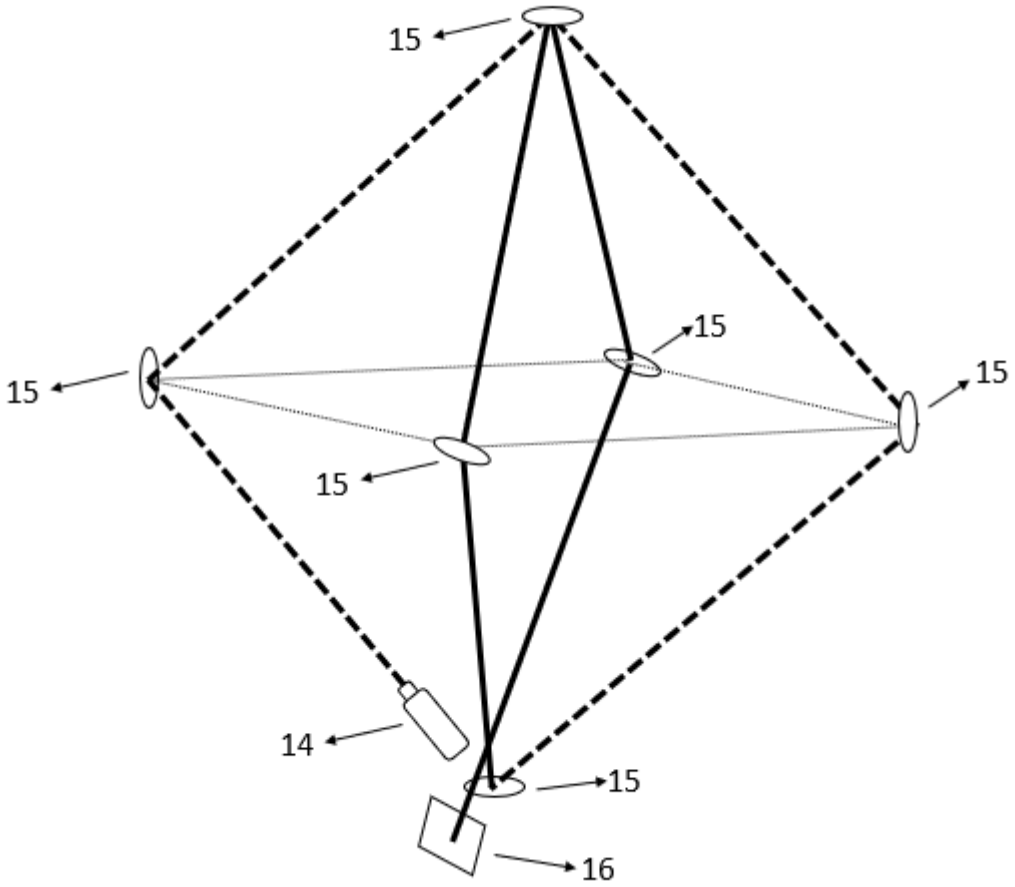

Figura 5