

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **1 267 054**

21 Número de solicitud: 202130641

51 Int. Cl.:

G05D 1/08 (2006.01)

G05D 1/12 (2006.01)

12

SOLICITUD DE MODELO DE UTILIDAD

U

22 Fecha de presentación:

29.03.2021

43 Fecha de publicación de la solicitud:

11.05.2021

71 Solicitantes:

**ESCRIBANO MECHANICAL AND ENGINEERING,
S.L. (100.0%)**

**Avda. Punto ES, 10. Tecnoalcalá
28805 Alcalá de Henares (Madrid) ES**

72 Inventor/es:

**SAL NOGUEIRA , Iván;
NOMBELA BLANCO , Francisco José y
LÁZARO GASCO , Juan Manuel**

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

54 Título: **SISTEMA ELECTROÓPTICO TRANSPORTABLE EN UNA AERONAVE PARA DETECTAR
AUTOMÁTICAMENTE A UNA PERSONA O UN OBJETO EN LA SUPERFICIE DE UN MEDIO
ACUÁTICO**

ES 1 267 054 U

DESCRIPCIÓN

**SISTEMA ELECTROÓPTICO TRANSPORTABLE EN UNA AERONAVE PARA
DETECTAR AUTOMÁTICAMENTE A UNA PERSONA O UN OBJETO EN LA
SUPERFICIE DE UN MEDIO ACUÁTICO**

5

CAMPO TÉCNICO DE LA INVENCIÓN

10 La presente invención pertenece al campo de la búsqueda y rescate (Search and Rescue, SAR) de personas y/o objetos. Más concretamente, se refiere a un sistema de detección automática para emplear preferentemente en operaciones de salvamento en medios acuáticos en la primera fase de búsqueda.

ANTECEDENTES DE LA INVENCIÓN

15

Existen numerosos sistemas para detectar personas en situaciones de peligro o emergencia y prestarles asistencia. Situaciones así son habituales en el mar, accidentes, naufragios, imprudencias, etc. con personas desaparecidas que requiere una rápida intervención para evitar ahogamiento, hipotermia, etc.

20

La mayoría de estos sistemas de localización necesitan de un operador para realizar la tarea de observación y detección. Este operador se conoce como observador y está sujeto a gran fatiga y estrés, lo que conduce a errores humanos de diversa índole. También limitaciones propias de la técnica empleada. Dado que para adaptarse a las limitaciones del observador se barre la superficie del mar en una aeronave a una altura reducida, pocos centenares de pies, y a una reducida velocidad, inferior a 100 nudos, aumenta el tiempo requerido para realizar la misión y disminuye el tamaño de la superficie de búsqueda que se puede cubrir. La fiabilidad es afectada por la iluminación, y por supuesto no es posible durante la noche. Brillos producidos por la reflexión del sol en las ondulaciones de la superficie camuflan el objetivo a detectar. La atención prestada por el observador a la realización de la tarea no es constante en toda la superficie ya que el sistema visual humano no observa toda la superficie en cada instante, sino que la barre moviendo el área de mayor sensibilidad y agudeza de su sistema visual, la fovea, por la superficie. Las zonas periféricas del campo visual humano son adecuadas para detectar objetos en movimiento, no para objetos estáticos que es caso habitual en tareas de salvamento.

35

El sistema visual humano posee una eficiencia muy alta en las tareas de reconocimiento e identificación de objetos, pero baja en la detección de objetos pequeños e inmóviles en fondos estructurados, y la superficie del mar se presenta al observador con imágenes en las que las ondulaciones del mar producen estructuras aleatorias de contraste que cambian con el tiempo.

Las bolas electroópticas son empleadas actualmente en la localización de personas. Integran cámaras que operan en las bandas espectrales del visible y el IR medio (MWIR) y pueden integrar también un telémetro láser. Captan imágenes que requieren de personal para ser analizadas. Como en el caso anterior sigue siendo necesario el observador. Por tanto, adolecen de las mismas limitaciones antes señaladas. Poseen ópticas zoom que ofrecen imágenes de grandes aumentos para reconocer e identificar los objetos lejanos, aunque con campos de observación (FOV) pequeños que limitan el área observada. Incluso en su campo de observación más abierto, en la posición zoom de aumento mínimo, la superficie analizada es mucho menor que la que el observador cubre con sus propios medios. Son capaces de operar por la noche, con la limitación de la zona cubierta en la exploración debida a la reducción de los campos de visión ya mencionada. Durante el día son muy sensibles a los reflejos de la luz del sol en las ondulaciones de la superficie marítima, incluso con un efecto más negativo en las cámaras infrarrojas que en el caso de las cámaras visibles. En conclusión, las bolas electroópticas son una ayuda al pilotaje de las aeronaves, y aunque permiten reconocer e identificar objetos no aportan ayuda efectiva a la detección de pequeños objetos flotantes.

También existen sistemas de detección automática. Suelen integrar cámaras de visible que miran hacia adelante (Forward Looking) cubriendo campos de observación que se solapan. A diferencia de las bolas electroópticas, sí son capaces de detectar automáticamente objetos o personas pero dependen de la iluminación solar, y tienen problemas para trabajar en un escenario afectado por los reflejos variables de la luz solar producidos por las ondulaciones de las olas. En estos sistemas la relación entre la probabilidad de detección y la de las falsas alarmas es deficiente. Por otra parte, la observación oblicua implica largas distancias de observación. Esto conlleva efectos negativos en la cantidad de energía que recibe el sensor de los puntos de la escena, y en la transmisión atmosférica que es más reducida y más sensible a las condiciones meteorológicas.

Por último, cabe mencionar los sistemas de detección automática actuales que integran cámaras en el espectro infrarrojo, ya sean aerotransportados u operativos desde satélites, que detectan automáticamente grandes objetos flotantes en el mar. Estos sistemas tienen una capacidad limitada a los objetos cuyo tamaño son varios píxeles del detector proyectados en la superficie del mar: detectan barcos pero no naufragos.

BREVE DESCRIPCION DE LA INVENCION

10 A la vista de las limitaciones existentes sería deseable contar con un sistema automático capaz de detectar objetos o personas en la superficie de un medio acuático con mayor fiabilidad, rapidez y versatilidad.

Sería deseable que el sistema pueda trabajar tanto de manera diurna como nocturna.

15

Sería deseable que minimice el efecto en la detección que tiene la climatología o las condiciones de iluminación.

Se propone un nuevo sistema según la reivindicación independiente.

20

Otros aspectos interesantes asociados a diversas realizaciones particulares con ventajas adicionales se definen en las reivindicaciones dependientes.

25 BREVE DESCRIPCION DE LOS DIBUJOS

Todo lo anteriormente comentado se verá complementado claramente a partir de la descripción detallada y los dibujos presentados a continuación como forma preferente de realización y a título de ejemplo ilustrativo y sin carácter limitativo, en los que:

30

La FIG. 1 muestra esquemáticamente un diagrama de bloques del sistema según la invención.

35 La FIGs. 2A y 2B muestran dos vistas de una posible implementación del sistema según la invención en una aeronave de ala rotatoria.

La FIG. 3 muestra una posible implementación del sistema según la invención en una aeronave de ala fija.

5 DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

En la FIG. 1 se ilustra a modo de ejemplo un diagrama de bloques funcionales.

Una interfaz de adaptación 14 dispone de los medios mecánicos y de los conectores
10 necesarios para montar el sistema (bloques 11 a 19) en la aeronave 30 y realizar barridos entre otras funciones. La interfaz de adaptación 14 alimenta de energía a la unidad de captación 12 y a otros dispositivos, y permite la comunicación de señales y comandos entre el sistema y la aeronave 30.

15 La aeronave 30 dispone habitualmente de una unidad inercial 16. La información de la geolocalización se puede obtener de la propia aeronave 30. Si esto no es posible o si se desea mayor redundancia en la información, se puede contar con una unidad de geolocalización 19 propia (por ejemplo, un receptor GPS).

20 Una unidad de captación 12 incluye uno o más sensores electroópticos 11 que recogen los datos de una escena en un momento dado de acuerdo con su campo de observación. Esta unidad de captación 12 envía información de la escena a la unidad de procesamiento 18. Dicha unidad de procesamiento 18 también recibe información de la unidad inercial 16 respecto del cabeceo, del alabeo y/o de la guiñada de la
25 aeronave 30.

De esta forma, la unidad de captación 12 puede captar una imagen cenital de la superficie de un medio acuático como el mar, donde es posible que existan blancos que detectar ya sean objetos o personas. Esta imagen puede asociarse a una
30 posición y actitud de la aeronave 30. A partir de estos datos, es posible estimar la geolocalización del blanco detectado.

La unidad de captación 12 puede disponer de una óptica de gran angular. También puede disponer de un objetivo igual o superior a F/1.

35

La unidad de procesamiento 18 puede procesar las imágenes captadas y, cuando

detecta un posible blanco, establecer una correspondencia entre posiciones asociadas a píxeles de una imagen con posiciones asociadas a píxeles de otra imagen captada en diferente momento para mejorar la relación entre la probabilidad de detección y la probabilidad de falsas alarmas.

5

La unidad de procesamiento 18 puede implementar la detección de una persona o un objeto mediante los algoritmos de realce de la señal y optimización de la relación señal ruido. También puede implementar un ajuste de umbral de la detección para optimizar la relación entre la probabilidad de detección y la probabilidad de falsa
10 alarma. Por ejemplo, puede mejorar la relación señal-ruido mediante la comparación entre varias imágenes de momentos sucesivos.

15

Las FIGs. 2A-2B muestran una interfaz de adaptación del sistema cuando la aeronave 30 es concretamente un helicóptero de salvamento y rescate marítimo (SAR) en dos perspectivas diferentes. Se ilustra la parte mecánica de la interfaz de adaptación 14. Se puede apreciar que la interfaz de adaptación 14 en la parte superior dispone de un mecanismo de acople utilizado para realizar su montaje en el peldaño existente en el helicóptero que da acceso a su interior. Mientras, en la parte inferior se aprecia la óptica infrarroja gran angular del sensor electroóptico 11. Dicho
20 sensor electroóptico 11 se instala internamente en dicha interfaz de adaptación 14.

20

La FIG. 3 corresponde a una interfaz de adaptación 14 del sistema para el fuselaje una aeronave 30 de ala fija, por ejemplo, un avión de salvamento y rescate marítimo (SAR). Como en el caso de las FIGs. 2A-2B, la interfaz 14 monta el sistema de forma que permite al sensor electroóptico 11, la visión acimutal de la superficie marina, al mismo tiempo que mantiene la estanqueidad. Se aprecia desde el exterior la óptica del sensor electroóptico 11.

25

A continuación, se mencionan otros aspectos en mayor detalle que permiten que no
30 le afecten las condiciones de iluminación. El sistema es operativo, tanto de día como de noche, sin mengua en sus prestaciones, y sin que le disturbem los reflejos solares en el agua que deslumbran a cámaras que trabajan en la banda del espectro visible y en las otras bandas del infrarrojo.

30

El sistema posee un ancho campo de observación. La interfaz de adaptación 14
35 monta una unidad de captación 12 con los sensores electroópticos 11 para captar

35

imágenes en el espectro infra rojo lejano. La interfaz de adaptación 14 permite que la línea de mira de la unidad de captación 12 sea normal a la superficie marina.

5 La parte mecánica y óptica se puede realizar sin elementos móviles para mejorar la fiabilidad como se ha ilustrado en las FIGs. 2 y 3. El sistema es rápido y no necesita enfocar escenas ni realizar ajustes de los aumentos ópticos. Preferiblemente, se eligen ópticas de campo ancho, es decir capaces de proporcionar campos de observación superiores a 50°.

10 La banda del infrarrojo lejano, LWIR, (típicamente 8-14 μm) reduce el efecto de enmascaramiento de la señal cuando la radiación solar se refleja en las olas, fenómeno que afecta negativamente a los sensores electroópticos que operan en el visible y en el infrarrojo medio. La influencia de la absorción atmosférica se reduce en el presente sistema mediante su montaje en la aeronave 30 realizado por la unidad
15 de adaptación 14.

El presente sistema trabaja en el espectro infrarrojo lejano. Desde el punto de vista operativo, actúa como un radar pasivo: detecta puntos calientes en la superficie del mar. Esto le permite prescindir de un operador que lo maneje o que detecte la
20 presencia de un objeto flotante en la superficie del mar.

Se aprovecha el vuelo de la aeronave para barrer la superficie de búsqueda. Se optimiza la señal recibida de los elementos a detectar y se minimiza la probabilidad de falsas alarmas. Esta técnica de barrido de la escena (denominada Push Broom)
25 optimiza la sensibilidad y reduce el camino óptico de absorción de la atmósfera, frente a técnicas de observación más comunes actualmente (tipo de observación FLIR: Foward Looking InfraRed) de aplicación en el reconocimiento e identificación de objetos.

30 En la FIG. 1 puede observarse como el campo de observación del sistema se orienta desde los sensores electroópticos 11 perpendicularmente a la superficie de búsqueda, configuración denominada cenital o Push Broom. La configuración cenital es radicalmente opuesta a la configuración que adoptan los sistema actuales que dirigen sus campos de observación en una dirección muy próxima a la horizontal de
35 la superficie del mar. Esta configuración se llama Foward Looking y es la que ha dado nombre a las cámaras infrarrojas actuales (FLIR: Foward Looking InfraRed).

Para el reconocimiento e identificación de un blanco, se suministra la posición respecto de los ejes de la aeronave 30 para que los sensores electroópticos 11 puedan dirigir su línea de mira hacia el blanco detectado, capturar una imagen, o vídeo, y enviarlos a la base de control de la operación de salvamento.

Gracias a la ligereza y versatilidad de la interfaz de adaptación 14, el presente sistema puede operar en vehículos aéreos tanto de ala fija como en helicópteros. Incluso, puede ser instalado en drones (también denominados UAVs).

Algoritmos de evaluación de la posición de la línea de mira de la óptica respecto de la normal a la superficie del mar. Maneja los datos de la unidad inercial 16 y de la unidad de captación 12, y suministra la posición de la imagen de cada punto de la superficie marina observada en cada uno de los píxeles del sensor electroóptico 11. Permite trazar la posición de cada punto en los cuadros de vídeo en que dicho punto está presente.

Existe un algoritmo de ajuste del umbral para optimizar la relación de la probabilidad de detección y la probabilidad de falsas alarmas.

Es posible aplicar técnicas para la detección de objetos o personas cuyas imágenes geométricas en el sensor electroóptico 11 tienen un tamaño menor que un píxel, lo que se denomina detección subpíxel, condición necesaria para poder maximizar el área de búsqueda. Según el criterio de Johnson, que establece diferentes niveles relativos a la observación del blanco (objeto o persona), en las cámaras formadoras de imágenes los blancos deben tener el tamaño de varios píxeles. Nivel para que el observador pueda detectarlo: 2 píxeles; nivel para que el observador pueda reconocerlo: 6 píxeles; nivel para que el observador pueda identificarlo: 12 píxeles. Esto implica que el sistema propuesto permite detectar objetos a al menos el doble de distancia que requiere un observador (el tamaño del objeto/persona pasa de dos píxeles a menos de uno).

La técnica de la detección subpíxel utilizada se basa en la relación señal/ruido. Se realiza una comparación de la señal producida por los sensores electro-opticos 11 en la escena en cada pixel de cada cuadro de vídeo (video frame) con el nivel de ruido de cada pixel.

Cada punto de la escena es observado en varios cuadros de vídeo, en un píxel que distinto en cada cuadro debido al movimiento de la aeronave 30. Al obtener la relación señal/ruido del mismo punto de la superficie del mar, se incrementa la probabilidad de detección de un objeto en ese punto, y se disminuye la probabilidad de falsas alarmas.

Los diversos aspectos aquí explicados dotan al sistema de gran fiabilidad y agilidad en la detección automática a pesar de las dificultades que implica operar en el medio acuático.

REFERENCIAS NUMÉRICAS

- 11 Sensor electroóptico
- 12 Unidad de captación
- 15 14 Interfaz de adaptación
- 16 Unidad inercial
- 18 Unidad de procesamiento
- 19 Unidad de geolocalización
- 30 Aeronave.

20

REIVINDICACIONES

1. Sistema electroóptico transportable en una aeronave (30) para detectar automáticamente a una persona o un objeto en la superficie de un medio acuático,
5 caracterizado por que comprende:
- una unidad de captación (12) que comprende al menos un sensor electroóptico (11), donde el sensor electroóptico (11) comprende una óptica para captar señales en el espectro infrarrojo lejano;
10
 - una unidad inercial (16) para medir los parámetros de la actitud de vuelo de la aeronave (30), donde los parámetros de vuelo incluyen cabeceo, alabeo y guiñada;
 - una interfaz de adaptación (14) a la aeronave (30) donde está montada la unidad de captación (12) para obtener una visión cenital de la superficie;
15
 - una unidad de procesamiento (18) para:
 - conectarse con una unidad de geolocalización (19) para determinar la geolocalización de la aeronave (30),
20 formar una imagen con las señales captadas por la unidad de captación (12), detectar una persona o un objeto en la imagen, y
 - estimar la geolocalización de la persona o el objeto a partir de los parámetros de la actitud de vuelo y de la geolocalización de la aeronave (30).
- 25 2. Sistema según la reivindicación 1, donde la unidad de captación (12) comprende una estructura para proteger del ambiente al sensor electroóptico (11).
3. Sistema según la reivindicación 1 o 2, donde la interfaz de adaptación (14) alimenta de energía a al menos la unidad de captación (12).
30
4. Sistema según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde la unidad de geolocalización (19) está integrada en la aeronave (30).
5. Sistema según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde la unidad de procesamiento (18) implementa una técnica de detección subpíxel para la imagen.
35

6. Sistema según la reivindicación 5, donde la técnica de detección subpíxel compara la relación señal/ruido en una pluralidad de píxeles de una imagen y en varios cuadros de vídeo correspondientes a diferentes imágenes.

5

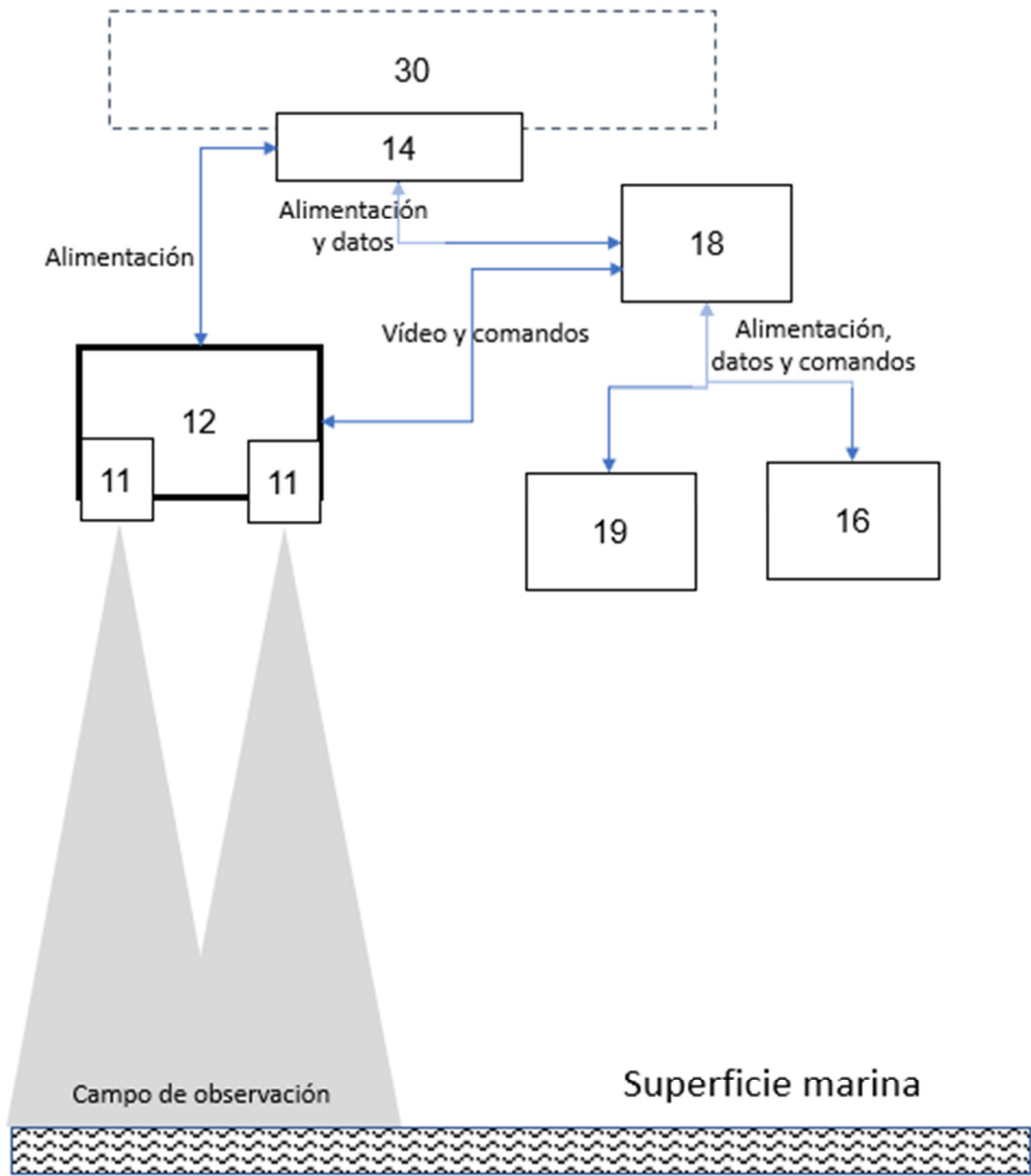


FIG. 1

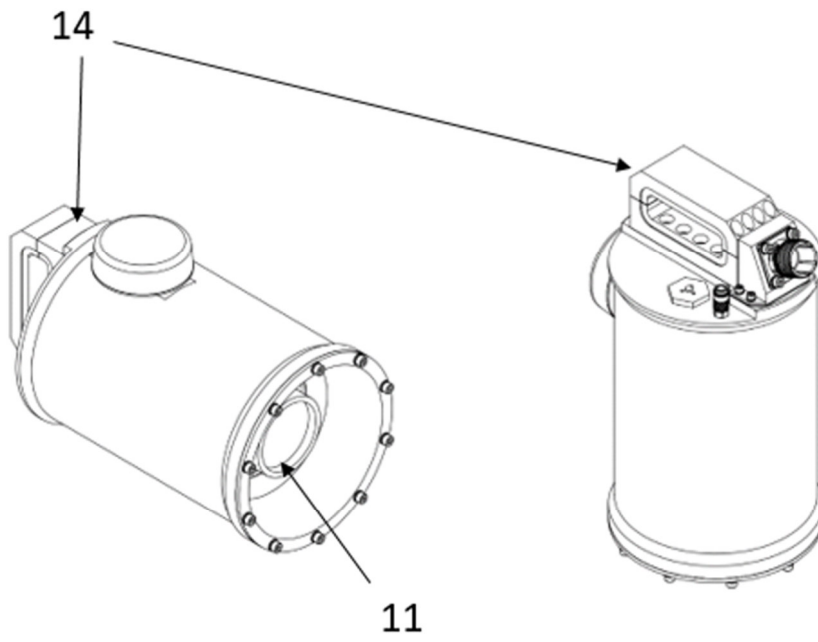


FIG. 2A

FIG. 2B

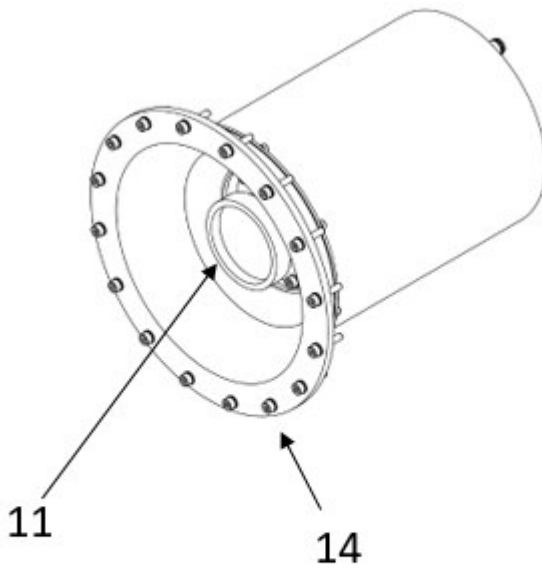


FIG. 3