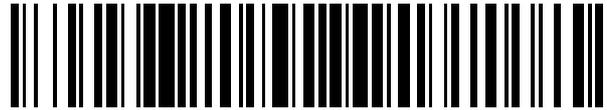


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 584 231**

21 Número de solicitud: 201531460

51 Int. Cl.:

**G05D 1/10** (2006.01)  
**B64D 39/00** (2006.01)  
**G01S 17/88** (2006.01)  
**G06T 7/20** (2006.01)

12

PATENTE DE INVENCION CON EXAMEN

B2

22 Fecha de presentación:

**09.10.2015**

43 Fecha de publicación de la solicitud:

**26.09.2016**

Fecha de modificación de las reivindicaciones:

**25.05.2017**

Fecha de concesión:

**26.05.2017**

45 Fecha de publicación de la concesión:

**02.06.2017**

73 Titular/es:

**DEFENSYA INGENIERÍA INTERNACIONAL, S.L.**  
**(100.0%)**  
**Calle Río Sella, 31B**  
**28023 Madrid (Madrid) ES**

72 Inventor/es:

**ADARVE LOZANO, Alberto**

74 Agente/Representante:

**MONZON DE LA FLOR, Luis Miguel**

54 Título: **SISTEMA DE LOCALIZACIÓN DEL EXTREMO DEL BOOM, DE LA BOCA DEL  
RECEPTÁCULO DE REPOSTAJE Y DEL TANQUERO**

ES 2 584 231 B2

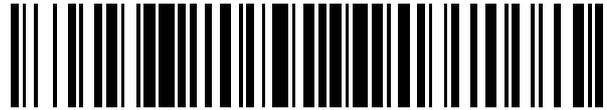
Aviso: Se puede realizar consulta prevista por el art. 40.2.8 LP 11/1986.

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 584 231**

21 Número de solicitud: 201531460

57 Resumen:

Sistema de localización del extremo del Boom, de la boca del receptáculo de repostaje y del tanquero. Sistema de localización que comprende unos Medios de localización de la posición del receptor, y por otro lado unos Medios de localización del extremo del Boom que permiten la exacta determinación de sus posiciones e inclinaciones respecto a un sistema de coordenadas común y por ende la posibilidad de acercamiento por medios automáticos si las leyes que controlan a ambos, esto es, Boom y nave receptora son diseñadas apropiadamente y basadas en esta información suministrada por esta invención para su acercamiento final y contacto. Los medios de localización de la posición del receptor pueden consistir en una serie de LEDs, láseres o emisores de luz dispuestos sobre la nave receptora en combinación con las cámaras colocadas sobre el avión tanquero, o en una cámara TOF, o en un iluminador láser con una lente DOE. También es objeto de la invención un dispositivo localizador que comprende unos emisores de luz, al menos dos cámaras, un sensor de luz y una electrónica, de manera que colocados los primeros (emisores) sobre el tanquero y los demás sobre el receptor, permiten además de la localización, el acercamiento del receptor al tanquero.

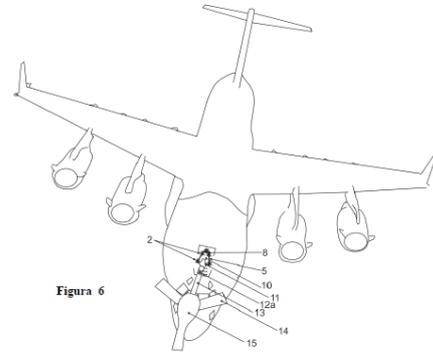


Figura 6

ES 2 584 231 B2

**SISTEMA DE LOCALIZACIÓN DEL EXTREMO DEL BOOM, DE LA BOCA DEL  
RECEPTÁCULO DE REPOSTAJE Y DEL TANQUERO**

**DESCRIPCIÓN**

5

**OBJETO DE LA INVENCION**

Es objeto de la presente invención, tal y como el título de la invención establece, un Sistema de localización del extremo del boom, de la boca del receptáculo de repostaje  
10 y del propio tanquero, entendiendo por boom la pértiga o percha de reabastecimiento en vuelo formada por un tubo rígido telescópico con superficies de control de vuelo móviles que un operario del avión cisterna o tanquero extiende e inserta en un receptáculo de la aeronave receptora.

15 En una operación de repostaje se pueden distinguir tres momentos importantes: El acercamiento inicial del receptor al tanquero, la colocación del receptor en una posición óptima para el repostaje y el contacto de la boquilla o nozzle del boom con el receptáculo del receptor para comenzar a suministrar combustible. El Sistema o conjunto de elementos que aquí se describen permiten realizar estas operaciones de  
20 acercamiento, posicionamiento y contacto previos al reabastecimiento que actualmente son manuales, de una forma semiautomática e incluso automática con gran seguridad, precisión y robustez e incluso ayudar en el momento de suministro de combustible a que el receptor mantenga su posición con mayor facilidad. Gracias a estos dispositivos, la parte del Sistema en el receptor podrá obtener la posición del  
25 tanquero para su aproximación y la parte del Sistema dentro del tanquero podrá determinar con exactitud la ubicación y la inclinación del receptáculo en el que el Boom debe ser introducido así como la posición e inclinación del extremo de este último, con lo que la operación se reducirá a desarrollar unas leyes de control adecuadas que permitan dicho contacto.

30

Por lo tanto, caracteriza a la presente invención el hecho de que permite llegar a la operación de reabastecimiento de una nave receptora desde una nave nodriza de una forma semiautomática e incluso automática.

Gracias a la colaboración conjunta de los medios con los que cuenta el Sistema, el “boomer” del tanquero u operador de reabastecimiento puede determinar con exactitud la ubicación y la inclinación del receptáculo en el que el Boom debe ser introducido así como la posición e inclinación del extremo de este último para fines de ayuda a la  
5 operación. También un sistema automatizado que se base en la información obtenida por esta invención es completamente viable.

La invención consiste en unos medios de localización de la posición del tanquero desde el receptor, unos medios de localización de localización del receptor desde el  
10 tanquero, es decir, dónde exactamente en el espacio está colocado el receptor, y por otro lado unos medios de localización del extremo del boom que permiten la exacta determinación de sus posiciones e inclinaciones relativas. Todas respecto a un sistema de coordenadas común y por ende la posibilidad de acercamiento por medios automáticos si las leyes que controlan a ambos, esto es, Boom y nave receptora son  
15 diseñadas apropiadamente y basadas en esta información suministrada por esta invención para su acercamiento final y contacto.

El Sistema que aquí se presenta tiene varias versiones claramente diferenciables en función de la forma de obtener la posición del receptáculo del receptor, cada una con  
20 ventajas diferentes según la implementación elegida. Ambas obtienen la posición del extremo del boom, en particular de la boquilla o nozzle, a partir de la localización de determinados puntos de luz colocados sobre el extremo del boom, en las imágenes obtenidas de un conjunto de dos cámaras colocadas estratégicamente en el tanquero. Obtienen la posición de la boca del receptáculo del avión receptor a partir de medios  
25 de localización de la posición del receptor, empleándose o bien una serie de LEDs, láseres, o emisores de luz dispuestos sobre la nave receptora en combinación con las cámaras colocadas sobre el avión tanquero, o una cámara TOF (Time-of-flight) o un emisor láser con un patrón DOE también en conjunción de las cámaras colocadas bajo  
30 pueden ser la zona inferior del cono de cola o la belly-fairing en la panza del avión) el tanquero.

También como se ha indicado, es objeto de la presente invención un Sistema de acercamiento y localización del tanquero desde el receptor, basado en el sistema  
35 anterior que convenientemente complementado permite realizar además de manera

semiautomática o automática el proceso de acercamiento del receptor al tanquero, lo cual deriva en una automatización de todo el proceso de repostaje en pleno vuelo.

5 Por lo tanto, la presente invención se circunscribe dentro del ámbito de los sistemas de reabastecimiento en vuelo, y particularmente de entre los relativos a los sistemas de posicionamiento del boom en el receptáculo del avión a repostar.

### **ANTECEDENTES DE LA INVENCION**

10 El repostaje en vuelo se realiza actualmente de dos formas diferentes. Con manguera y cestas o con Boom. En el caso de que se realice con Boom, el extremo o nozzle (boquilla de salida del combustible) de un Boom debe embocar en un receptáculo que se encuentra en la superficie de la nave que va a recibir el combustible. Toda esta operación se realiza actualmente de manera manual y depende de la pericia del  
15 operador o "boomer".

En el estado de la técnica se conoce la patente US6966525B1, que describe un Sistema de repostaje en vuelo, el Sistema de alineación, y el método se proporcionan para automatizar sustancialmente el posicionamiento y el compromiso de un Sistema  
20 de repostaje en vuelo realizado por un primer avión con respecto a un receptáculo de reaprovisionamiento soportado por un segundo avión a fin de facilitar la operación de repostaje entre la primera y la segunda aeronave. Más específicamente, esta patente proporciona medios para la alineación de la pértiga de repostaje en vuelo con el receptáculo de reabastecimiento de combustible de tal manera que una boquilla  
25 extensible puede extenderse desde el brazo extensible de reaprovisionamiento en vuelo y enganchar el receptáculo de reabastecimiento para iniciar una operación de repostaje en vuelo.

Otra patente del estado de la técnica relacionada con la invención es la patente  
30 US6752357, que describe un Sistema de medición de distancia aeronaves que analiza las imágenes de al menos una cámara utilizando la longitud conocida de brazo extensible de reaprovisionamiento, la ubicación de la boquilla para identificar una distancia entre la boquilla de la pluma y un receptáculo de reabastecimiento del avión receptor. Es decir lo que se busca es conocer la distancia entre la boquilla de la pluma  
35 y el receptáculo de recepción para el reabastecimiento del avión.

En el estado de la técnica se conoce también la patente US5530650 A, que describe un sistema y método de obtención de imágenes por ordenador para el reabastecimiento remoto de aviones en vuelo.

5

En algunos otros Sistemas se divulgan medios para la localización de la posición del receptor, pero en ninguno se emplean medios de localización de la punta del BOOM y tampoco se divulgan de manera conjunta el empleo de ambos medios de localización del receptáculo y de la punta del boom.

10

Todos los anteriores Sistemas están limitados en su ejecución por la pericia del operador o boomer, ya que al final son operaciones manuales.

Por lo tanto, es objeto de la presente invención desarrollar un Sistema que permita un repostaje semiautomático o automático que no dependa de la pericia del operador para realizar el correcto posicionamiento del extremo del boom en el receptáculo que se encuentra en la superficie de la nave, desarrollando un Sistema como el que a continuación se describe y queda recogido en su esencialidad en la reivindicación primera permitiendo un repostaje de manera semiautomática e incluso automática.

20

### **DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION**

La parte principal de la invención del Sistema de Localización comprende unos Medios de Localización de la Posición del Receptor, para determinar dónde y cómo exactamente en el espacio está colocado el receptor, y por otro lado unos Medios de Localización del extremo del Boom que permiten la exacta determinación de sus posiciones e inclinaciones respecto a un sistema de coordenadas común y por ende la posibilidad de acercamiento por medios automáticos si las leyes que controlan a ambos, esto es, Boom y nave receptora son diseñadas apropiadamente y basadas en esta información suministrada por esta invención para su acercamiento final y contacto.

Este Sistema básico de localización del extremo del extremo del boom y del receptáculo de repostaje en una operación de repostaje en pleno vuelo desde un tanquero provisto de un boom (15) hacia una nave receptora comprende:

35

- Unos Medios de Localización de la Posición del Receptor en la nave receptora que comprenden al menos un Subsistema de Visión dispuesto sobre el tanquero.
- 5 - Unos Medios de Localización de la Posición de la punta del Boom que comprenden unos emisores de luz, colocados sobre la punta del boom, en combinación con el Subsistema de Visión dispuesto sobre el tanquero.
- Unos Medios de Procesamiento en los que, mediante las imágenes obtenidas de los medios de localización permiten la exacta determinación de sus  
10 posiciones e inclinaciones respecto a un sistema de coordenadas común.

Los Medios de Localización de la Posición del Receptor pueden ser varios:

En una primera realización, que denominaremos Dispositivo del Receptáculo, consiste en una serie de LEDs o láseres, o emisores de luz dispuestos sobre la nave receptora  
15 en combinación con las cámaras colocadas sobre el avión tanquero.

En una segunda realización pueden consistir en una cámara TOF, que colocada sobre el avión tanquero permite conocer la posición del receptor sin necesidad de colocar medio alguno sobre la nave receptora. Dicha cámara TOF también denominada de tiempo de vuelo consta de unos elementos de iluminación y un sensor matricial que  
20 mide el tiempo que tarda la luz en volver una vez emitida. Esa información nos dará las distancias desde esta nueva cámara al receptor y será incorporada en el Subsistema de Visión para sustituir al Dispositivo del Receptáculo. Con las distancias al receptor que la cámara de tiempo de vuelo nos proporcione se obtendrán un conjunto de puntos de la superficie del avión receptor que junto con un algoritmo bien  
25 de reconocimiento, bien de comparación con la superficie del mismo avión receptor previamente digitalizada y almacenada, proporcionará la ubicación de la boca receptáculo de forma alternativa a la proporcionada por el Dispositivo del Receptáculo y permitiendo por tanto sustituir este dispositivo por el uso de la cámara TOF señalada.

30 En una tercera realización los Medios de Localización de la Posición del Receptor consisten en un emisor láser o iluminador, colocado en el tanquero, al que se le ha añadido una DOE o lente de difracción generadora de una iluminación estructurada que genera un patrón de luz conocido sobre la superficie del receptor y que con un subsistema de procesamiento y cualquiera de las dos cámaras del Subsistema de  
35 Visión, permitirá obtener por telemetría básica, las distancias a los mismos desde

cualquiera de esas dos cámaras. A partir de esa información matricial de distancias, bien mediante un reconocimiento bien por comparación entre los puntos de la matriz y los mismos puntos en una imagen de un modelo 3D del propio receptor, se puede obtener una información de posición equivalente a aquella obtenida mediante el  
 5 Dispositivo del Receptáculo y así suplir la funcionalidad que este proporcionaba pudiendo sustituirlo, eliminando la necesidad de aquel.

Los Medios de Localización de la punta del Boom comprenden unos emisores de luz, que pueden ser preferentemente, pero no de manera limitativa, unos LEDs, unos  
 10 emisores láser o los extremos de unas fibras ópticas conductoras de la luz de cualquiera de los anteriores y terminadas en lentes o elementos difusores, colocados sobre la punta del boom, en combinación con las cámaras dispuestas sobre el tanquero (del Subsistema de Visión).

Los Medios de Procesamiento comprenden una electrónica de control que gobernará  
 15 en encendido y apagado de los emisores de luz del Dispositivo del Boom. También tienen una electrónica de tratamiento de señal de vídeo para calcular la información de distancias a emisores de luz de otros dispositivos. También contiene la potencia de cálculo suficiente para analizar nubes de puntos, reconocer ciertos patrones en ellas y compararlas con otras nubes de puntos.

20 El Sistema de Localización busca producir una información fundamental que constituye la base de la invención. Esta información consiste en:

- La ubicación espacial del extremo del boom que viene representada por la  
 25 "nozzle" o boquilla que dispensa el combustible, así como la inclinación de ésta, que vendrán materializadas por un punto (x, y, z) en el espacio junto con un vector (Vx, Vy, Vz) paralelo a la dirección de la parte extraíble del boom donde dicha boquilla se encuentra.
- La ubicación espacial de la boca de entrada de combustible que está en el  
 30 interior del receptáculo, que como se ha comentado, se encuentra en la superficie superior de la nave receptora, junto con la inclinación del tubo que desemboca en ella. Ambas igualmente representadas por un punto de tres coordenadas y un vector de tres componentes paralelo al mencionado tubo

35

- Una tercera información para el caso del Sistema de aproximación y localización es la ubicación del tanquero respecto a receptor, así como la inclinación relativa entre ambos. Esto serviría como herramienta de aproximación en la fase inicial del contacto.

5

Las referencias relativas a la ubicación del extremo del boom y la boca de entrada de combustible están representadas, como ya se ha comentado, por un conjunto de seis coordenadas cada una, se refieren a un eje de coordenadas solidario al avión tanquero y por facilidad, el origen de dichos ejes se colocará en una de las dos cámaras que se utilizan en esta invención para obtener las ubicaciones señaladas. El origen O, por tanto, estará en el centro del sensor de dicha cámara y su eje z será perpendicular a la superficie del sensor, estando por consiguiente los ejes OX y OY paralelos al plano de dicho sensor, hacia arriba el eje Y positivo y horizontal hacia la derecha el eje de las Xs crecientes.

10  
15

Dichas informaciones se obtienen en base a los datos obtenidos por el Subsistema de Visión que forma parte de la invención, tanto en las versiones completa y reducida y que está constituido principalmente por dos cámaras y otros elementos electrónicos que se detallarán más adelante. Este subsistema de cámaras capta la luz emitida por dos dispositivos que, como ya se ha dicho, van colocados respectivamente en la punta del Boom y sobre el receptáculo de la nave receptora. Adicionalmente y como se comentará, la información correspondiente a cada dispositivo será almacenada con el fin de facilitar un futuro y posterior contacto entre ambos.

20

Para futuras referencias a los elementos que componen la versión reducida de esta invención, en este documento, hablaremos de "Dispositivo del Receptáculo", de "Dispositivo de Punta de Boom" y de "Subsistema de Visión", al referirnos a los tres Dispositivos de Localización simplificados que constituyen esta invención dejando solamente la posibilidad de contemplar el acercamiento inicial del receptor al tanquero para la versión completa de la invención como ya se ha comentado.

25

30

La invención simplificada, relativa a la localización del extremo del boom y de la boca del receptáculo, está compuesta por tres elementos un Dispositivo de Receptáculo, un Dispositivo de Boom y un Subsistema de Visión que está formado por un conjunto de al menos dos cámaras, donde las cámaras y el dispositivo de boom están conectados

35

eléctricamente entre sí y colocados en el tanquero, mientras que la comunicación con el dispositivo del receptáculo, que se halla sobre la superficie del receptor, se basa en una comunicación por luz emitida y un sensor que la recibe. Esta comunicación es dúplex, o sea que funciona en ambos sentidos: Desde la nave receptora la emisión es  
5 mediante una luz emitida por un elemento activo y la recepción es por las cámaras del avión tanquero. Mientras que desde el tanquero la emisión es también por un elemento de luz activo colocado en el boom y la recepción es mediante un sensor de imagen no necesariamente matricial en la nave receptora de combustible. Esta última comunicación se produce casi exclusivamente en el momento del contacto entre las  
10 dos naves cuando se produce el teórico transvase de combustible y la situación y distancia relativa entre ambas es óptima.

A continuación se describen dichos elementos o partes fundamentales con mayor detalle:

15

Dispositivo del Receptáculo que se dispone sobre la nave receptora, en una implementación preferida, consiste en una banda de acero semi-hueca de alta resistencia a los golpes que incluye al menos cuatro zonas transparentes de material también de alta resistencia como un grafeno, óxido de aluminio o similar, dentro de las  
20 cuales van embutidos al menos tres elementos que proporcionan luz y un cuarto elemento consistente en un sensor que recibe y detecta luz de otro dispositivo. Opcionalmente este dispositivo puede disponer de dos cámaras de reducido tamaño, embutidas en él. Esto le permitirá “ver” la luz emitida por otro dispositivo similar al que ahora se describe que se colocará en el tanquero y así determinar la situación relativa  
25 del mismo respecto a este receptor. El dispositivo irá fijado al avión receptor mediante pegado, atornillado, remachado o procedimiento similar.

Este dispositivo se coloca sobre el receptáculo de la nave receptora. Su caja consiste en un armazón resistente a golpes que puede estar fabricado en acero, titanio, teflón, kevlar u otro material de alta resistencia y con amplio rango de temperaturas de  
30 funcionamiento. En este armazón van embutidos los emisores de luz y el sensor que se han comentado más arriba. Esos emisores deben ser capaces de emitir luz con suficiente intensidad como para que las cámaras del tanquero puedan “verlas” a la luz del día y emitirán con su luz la información de posición que las cámaras necesitan para ubicarlas adecuadamente. Cada cámara “verá” cada emisor en una posición (x,y)  
35 de su rango de posiciones que la matriz de píxeles de su sensor de imagen le

proporcionará. Ese par  $(x, y)$  corresponde a una recta colocada en el espacio y referida a unos ejes de coordenadas definidos por la propia cámara. El empleo de dos cámaras así como el modo de disposición de las mismas nos permite, mediante el empleo de la geometría, determinar el punto intersección de ambas rectas y por ende la situación de la luz vista por ambas cámaras respecto a un eje de coordenadas solidario a estas mismas. Estas luces consistirán en un emisor LED o LÁSER que al encenderse enviará mediante un código binario y redundante, según se detalla a continuación, información de control y otra información como puede ser una señal de voz comprimida y digitalizada apropiadamente. Este envío de información se realiza simplemente mediante un conjunto de pulsos consecutivos con un cierto patrón de cadencia cuando lo que se envíe sea la información de ubicación del receptáculo o bien la información digitalizada propiamente dicha cuando la misma no sea información de control.

A título de ejemplo, la información cuando no sea de ubicación se podrá enviar con el formato siguiente: Cabecera+L+Datos+CRC16. Donde la cabecera es una ristra de 16 bits para indicar el comienzo de un mensaje, L es la longitud en bits de los datos con hasta 8 bits para L lo que conduce a un máximo de 255 bits de datos. CRC es un código de redundancia cíclica de 16 bits. Los datos podrán incluir un reloj de sincronización entre el subsistema y el dispositivo. Si la información a transmitir es de voz, esta se digitalizará, se comprimirá y se enviará con algún código corrector de errores simple y con tramas de mayor longitud.

El subsistema se alimentará mediante una conexión a la alimentación del receptor que además incluirá un hilo de control que actuará como permiso para la emisión del código almacenado desde el interior de dicho avión receptor.

Para conseguir que los emisores de luz puedan verse adecuadamente, incluso en condiciones de alta luminosidad ambiente procedente del sol y para evitar la confusión con otras fuentes de luz desde tierra o desde otros aviones, el procedimiento que se emplea en esta invención consiste en utilizar dos ayudas de forma simultánea que da unos resultados prácticos muy buenos: En primer lugar la luz emitida se circunscribe a una banda del espectro en un margen de longitudes de onda muy estrecho y de alta coherencia temporal. Con un filtro óptico paso banda igualmente estrecho, colocado delante de las lentes de las cámaras, se elimina el resto de las longitudes de onda.

Esto nos da un valor relativo de la luz emitida frente a la luz ambiente muy mejorado. Al mismo tiempo, como segunda ayuda, la luz emitida la hacemos parpadear con un patrón definido. De esta forma, para un pixel recibido como consecuencia del reflejo de la luz emitida con ese patrón en un punto de nuestra imagen, obtenemos valores que  
5 deben seguir ese mismo patrón. Así, si empleamos una frecuencia igual a la empleada en la cámara (número de cuadros por segundo), podremos tomar los valores de los píxeles en cuadros consecutivos y realizar una correlación con el patrón de luz emitido. Aquellos píxeles cuyo valor de correlación superior a un determinado umbral, nos estarán diciendo que los mismos han sido iluminados por nuestros emisores. La  
10 unión de ambos métodos nos permite conseguir “ver” con claridad suficiente aquellos emisores de luz de nuestra imagen con nuestro Subsistema de Visión con la precisión que la resolución de estas cámaras nos permita y teniendo en cuenta que las distancias de trabajo son relativamente bajas, se podrá alcanzar una resolución subcentimétrica y con todas las garantías sin demasiada dificultad. El Dispositivo del  
15 Receptáculo posee además un sensor cuya señal de entrada es filtrada y ópticamente amplificada y asimismo acompañada de un cierto patrón para un “cero” y otro patrón con un “uno”. Las señales luminosas provenientes del otro dispositivo o Dispositivo de Boom llegarán sin dificultad a este sensor cuando el contacto entre nozzle y receptáculo se haya realizado o esté próximo a hacerlo y por tanto estén muy cerca  
20 entre ellos. Este procedimiento permitirá comunicaciones de 48Kbaudios lo que significa que una conversación hablada podría transmitirse fácilmente por este enlace y método. Finalmente el dispositivo consta de una electrónica cuya función es extraer la señal de voz o datos en su caso o bien generar los pulsos de sus emisores de luz en los instantes adecuados. En una versión más avanzada de este dispositivo se  
25 incluirán dos cámaras adicionales así como una electrónica de procesamiento similar a la del Subsistema de Visión.

#### Dispositivo del Boom:

Este segundo dispositivo consiste en una caja de protección y soporte que protege a  
30 unos emisores de luz sobre la punta del boom.

El Dispositivo del Boom consiste en una caja que alberga la electrónica y emisores de luz necesarios para la funcionalidad requerida. Esta caja debe tener un medio de agarre al boom. Puede tratarse de un anillo o elemento similar que cumpla con las  
35 condiciones anteriores. En una implementación preferida la caja dispone de dos semi-

anillos que la agarran a la zona anterior de la nozzle del boom. Dentro de esta caja se encuentran los drivers de los leds empleados en esta implementación, que les suministran la corriente necesaria para su encendido y apagado de acuerdo a las pautas establecidas. También debe incluir esta electrónica las protecciones necesarias para el resto de la electrónica así como un adaptador de tensión para convertir la tensión suministrada por el avión a la necesaria por los drivers y demás electrónica para funcionar. En la superficie exterior de la caja, en un plano ortogonal al eje del boom se disponen los leds de forma que uno de ellos esté lo más próximo posible al centro de las cámaras del Subsistema de Visión y los otros dos de estos leds queden simétricamente colocados con respecto a esta distancia mínima al dentro de las cámaras. Esa es una configuración mínima y pueden colocarse otros leds adicionales para obtener una redundancia adicional a costa de un cálculo más intenso. La duración de encendido de los leds será el mismo que el tiempo de cuadro de las cámaras cuando dicho encendido se produzca y estará sincronizado con éstas tanto para su encendido como para su apagado. La caja propuesta será de aluminio y su forma y tamaño serán compatibles con la geometría del boom para evitar interferencias geométricas que den lugar a roces o colisiones con otras partes del avión o del propio boom.

En una versión más completa, este dispositivo puede incluir unas cámaras que verían al receptor desde una situación privilegiada en el momento del contacto.

Ambos dispositivos anteriores emitirán luz difusa que será captada por el Subsistema de Visión que al procesarla obtendrá la posición relativa entre ambos elementos y de ahí mediante un Sistema de control, la capacidad para realizar un contacto con poca o ninguna intervención humana.

25

#### Subsistema de Visión:

Está compuesto principalmente por un conjunto de cámaras, al menos dos, cuya función es observar el escenario de la operación en el que los otros dispositivos indicados ejercen su rol fundamental de señalar la posición de sus respectivas ubicaciones de las que se deducirán aquellas informaciones que nos permitirán un contacto entre nozzle y receptáculo con todas las garantías. En una implementación preferida, estas cámaras están preparadas para ver la luz emitida por los emisores colocados en los otros dispositivos de esta invención a las distancias de trabajo. Eso implicará requisitos como una buena resolución, 1080 en nuestro caso, sin perjuicio de otras resoluciones. Una frecuencia de adquisición de al menos treinta cuadros por

35

segundo y un espectro de trabajo que incluya el infrarrojo. Una conexión eléctrica se encargará de sincronizar el encendido de los leds como emisores preferidos del Dispositivo de punta de Boom, con la adquisición del cuadro de imagen por parte de los sensores de imagen de las cámaras.

5

La esencia del Sistema propuesto radica en la sencillez con la que emisores activos de luz en un estrecho margen del espectro y con un gran ángulo de difusión pueden verse fácilmente desde una extensa zona, a distancias de decenas de metros, necesarias en este tipo de operaciones y en toda suerte de condiciones de luz ambiental, con el uso de cámaras con su correspondiente filtro y empleando técnicas de codificación de pulsos. En el Sistema completo también objeto de esta invención, se abarca la funcionalidad adicional de acercamiento inicial entre receptor y tanquero, mediante las mismas técnicas y mismo tipo de dispositivos: añadiendo un Subsistema de Visión en el avión receptor y unos emisores de luz junto al Subsistema de Visión del avión tanquero.

10  
15

En el caso más amplio de tratarse de un Sistema de acercamiento y localización, el Sistema comprende tres Dispositivos Localizadores para Repostaje, uno dispuesto sobre la nave receptora, otro sobre el tanquero y otro sobre la punta del boom.

20

Cada uno de los Dispositivos de Repostaje comprende:

25

- Al menos tres emisores de luz de tipo LED, o Láser, o bien una combinación de ambos, cada uno con un difusor de amplio ángulo de difusión para difundir la luz que emiten. Cada emisor de luz estará alimentado por su respectivo driver, y todos comandados por una electrónica de control.

30

- Al menos dos cámaras de visión de alta velocidad (>30fps), con sus respectivas lentes y filtros ópticos de paso banda estrecha, sintonizados con la luz emitida por otro dispositivo colaborador. Las cámaras dispondrán de una electrónica de alta velocidad del tipo fpga o similar para determinar en tiempo real las coordenadas de los puntos de luz emitidos por otro Dispositivo Localizador colaborador.

35

- Un sensor de luz con su respectiva lente capaz de detectar la luz de otro Dispositivo Localizador colaborador cuando se halla cerca.
- Una electrónica de procesamiento de las coordenadas proporcionadas por ambas cámaras para obtener las coordenadas relativas de cada emisor

5 respecto a una de las cámaras. Además con el fin de proporcionar esta información al resto del avión para su uso en ayudar al repostaje existirá un bus de comunicación de toda la electrónica tanto de control como de reconocimiento/procesamiento con el exterior del dispositivo. También se almacenará la información posicional de contacto en una memoria al efecto para facilitar el mismo en futuras ocasiones.

La electrónica realizará al menos las siguientes funciones:

- Cálculo de  $x$ ,  $y$  de cada emisor de luz visualizado por cada cámara.
- 10 - Cálculo de  $X$ ,  $Y$ ,  $Z$  de Cada punto de luz visualizado simultáneamente por ambas cámaras.
- Cálculo del  $X_p$ ,  $Y_p$ ,  $Z_p$  así como  $V_{px}$ ,  $V_{py}$ ,  $V_{pz}$  del punto relevante unido rígidamente a los anteriores así como un vector perpendicular a la superficie relevante unida a él.
- 15 - Almacenamiento de la información anterior.
- Envío de la información anterior al exterior.
- Encendido y apagado de los emisores de luz.
- Reconocimiento por correlación de los píxeles de cuadros consecutivos de las secuencias correspondientes a los emisores de luz de otro Dispositivo
- 20 Localizador colaborador.
- Extracción de los datos de la señal luminosa de alta velocidad.

25 Las cámaras de cualquier subsistema de visión pueden disponer de enfoque controlable y variable, también pueden disponer de Iris y/o zoom controlable y variable.

En una posible realización los medios de localización de Boom pueden quedar integrados en el propio boom.

30 También, en una posible forma de realización el receptáculo puede estar configurado de manera que queden integrados los propios medios de localización de receptáculo en el propio receptáculo.

35 En las realizaciones anteriormente mostradas algunos de los elementos o partes que la constituyen pueden ser sustituidos por elementos similares actualmente existentes en el avión y a los que se les ha dotado de la nueva funcionalidad específica recogida

en esta invención al añadir bien elementos nuevos o nuevas funcionalidades con el fin de obtener las mismas descritas para la totalidad de la presente invención, ahorrando así la instalación en el avión de nuevos dispositivos en la medida de lo posible.

5 Salvo que se indique lo contrario, todos los elementos técnicos y científicos usados en la presente memoria poseen el significado que habitualmente entiende el experto normal en la técnica a la que pertenece esta invención. En la práctica de la presente invención se pueden usar procedimientos y materiales similares o equivalentes a los descritos en la memoria.

10

A lo largo de la descripción y de las reivindicaciones las palabras “comprende”, “consiste” y sus variantes no pretenden excluir otras características técnicas, aditivos, componentes o pasos. Para los expertos en la materia, otros objetos, ventajas y características de la invención se desprenderán en parte de la descripción y en parte de la práctica de la invención.

15

### **EXPLICACION DE LAS FIGURAS**

Para complementar la descripción que se está realizando y con objeto de ayudar a una mejor comprensión de las características de la invención, de acuerdo con un ejemplo preferente de realización práctica de la misma, se acompaña como parte integrante de dicha descripción, un juego de dibujos en donde con carácter ilustrativo y no limitativo, se ha representado lo siguiente.

20

En la figura 1, podemos observar una representación simplificada en una primera realización del Sistema de localización del extremo del Boom y de la boca del Receptáculo.

25

En la figura 2, podemos observar una representación simplificada del Sistema de Acercamiento y Localización del extremo del Boom y de la boca del Receptáculo.

30

En la figura 3 se muestra una realización alternativa del Sistema de Localización propuesto en la figura 1.

Las figuras 4A, 4B y 4C, representan los tres distintos dispositivos o subsistemas que componen esta invención.

35

La figura 5A representa con más detalle el primero de los dispositivos de esta invención mostrado en la figura 4A.

5 La figura 5B se muestra un corte transversal del Dispositivo del Receptáculo.

La figura 5C representa un corte transversal de esa parte del receptor.

La figura 5D es una representación cartesiana de los elementos de la figura 5C.

10

La figura 6 representa una nave receptora en el momento en que el boom (15) va a realizar contacto.

15 La figura 7 representa la imagen que se obtiene del boom cuando el Subsistema de Visión es colocado en la Belly Fairing ubicada en la panza del avión tanquero.

La figura 8 muestra una vista del avión tanquero así como de su boom desplegado.

20 La figura 9 es una representación cartesiana y esquemática de las ubicaciones de los elementos más importantes que forman parte del Dispositivo del Boom.

La figura 10 es una representación cartesiana del Subsistema de Visión.

25 En la figura 11 viene representada la arquitectura del Subsistema de Visión.

La figura 12 representa una caja en la que van incluidos los elementos que forman parte del Dispositivo del Boom.

30 En la figura 13 se describe la composición del Dispositivo del Receptáculo.

En la figura 14 se muestra una representación del Dispositivo Localizador para repostaje.

**REALIZACIÓN PREFERENTE DE LA INVENCION.**

35

A la vista de las figuras se describe seguidamente un modo de realización preferente de la invención propuesta.

5 En la figura 1 se muestra una nave nodriza o tanquero (40) provista de un boom (15) que cuenta con una parte extensible (13), en cuyo extremo hay unos primeros emisores de luz (12), mientras que sobre la nave receptora hay dispuestas unos segundos emisores de luz (2), que adicionalmente y de manera complementaria puede contar con un sensor de recepción (22), por otro lado, también sobre el tanquero se disponen unas cámaras (26).

10

En la figura 2 se muestra una realización correspondiente al Sistema de acercamiento y localización del extremo del boom y de la boca de receptáculo, que comprende unos dispositivos localizadores dispuestos sobre la punta del boom (15), otro sobre el receptáculo y otro sobre el tanquero (40), donde cada dispositivo de localizador  
15 comprende

- Al menos tres emisores de luz de tipo LED, o Láser
- Al menos dos cámaras de visión de alta velocidad
- Una electrónica de procesamiento de las coordenadas
- Un sensor de luz con su respectiva lente

20

La figura 3 muestra una realización alternativa a la planteada en la figura 1, donde los medios para la localización del receptáculo empleados consistentes en unos emisores de luz (21), han sido reemplazados por el empleo de alguno de los entre los siguientes medios, que también sirven para la localización del receptáculo (una  
25 cámara TOF (42), un emisor láser (43), y un patrón DOE (44))

Las figuras 4A, 4B y 4C representan los tres distintos elementos o Subsistemas que componen el Sistema de localización del extremo del boom y de la boca del receptáculo.

30

En la figura 4A podemos observar un elemento (5) que se agarra a la nave receptora justamente encima del receptáculo de combustible. Denominado Dispositivo de Receptáculo, tiene forma de "U" ó "V" invertida y provista de una estructura (5) en la se disponen al menos tres luces (2) que están contenidas en su superficie. Este elemento

cuenta con un cable de conexión (7) terminado en un conector con el que se une a la parte de control del avión.

5 En la figura 4B se muestra el denominado Dispositivo de Boom, localizado en el extremo del boom (20), consistente esencialmente en un anillo (19) de sujeción y protección y emisores de luz (12) para su localización.

10 En la figura 4C podemos observar un conjunto de dos cámaras (26) que colocadas en una posición adecuada del tanquero permitirá la visualización y localización de los otros dispositivos de esta invención y que constituye el denominado Subsistema de Visión. Las dos cámaras queda unidas y fijadas mediante un soporte (28), estando provistas cada cámara con sus respectivas lentes (25) y elemento de filtrado (24).

15 La figura 5A representa con más detalle el Dispositivo del Receptáculo en el que puede apreciarse un sensor de recepción (22) colocado sobre la estructura (5) y que permite recibir información en forma de luz procedente del Dispositivo de punta de Boom cuando la punta del boom y el receptáculo se hayan se hayan próximos. Además el Dispositivo del Receptáculo cuenta con una serie de emisores de luz (21), quedando ambos elementos (21) y (22) embutidos en un material transparente o  
20 translúcido (23). Bajo el dispositivo del receptáculo se muestra la boca (8) del receptáculo (9) y en la que debe embocar la nozzle del boom (9).

25 En la figura 5B se muestra un corte transversal del dispositivo del receptáculo, donde se aprecia la estructura (5), un material transparente o translúcido (3) que protege al emisor de luz (2) colocada sobre un circuito impreso (4) en el que se haya el resto de la electrónica que lo acompaña.

30 La figura 5C representa una vista transversal de esa parte del receptor, donde se aprecia la estructura (5) del dispositivo del receptáculo provisto con una inclinación similar a la que presentaría en un corte de la nave receptora por la zona del receptáculo, también se aprecian los emisores o reflectores de luz (21) y el extremo (6) de la boca del receptáculo, donde el segmento (b) representa la distancia desde el centro del cierre de esta al puto medio del segmento que une los dos emisores de luz que se encuentran en la zona media del dispositivo, mientras que (a) la distancia del  
35 mismo punto central de la boca del receptáculo a la luz superior (21) del dispositivo en

un eje ortogonal al eje del mismo receptáculo. Finalmente  $\alpha$  es el ángulo entre ambos segmentos descritos anteriormente, (a) y (b).

5 La figura 5D es una representación cartesiana de los elementos y descritos más arriba. Los ejes están referidos a un origen local  $O''$  y deberán más tarde referirse al origen  $O$  localizado en el centro del sensor de imagen de la cámara izquierda como aparece representado en la figura 7.  $P'$  es el punto medio entre las luces  $P_2$  y  $P_3$  y  $u_0$ ,  $v_0$  y  $w_0$  son versores (vectores de modulo la unidad) en la direcciones de los distintos ejes. El eje  $O''P'$  es el mismo eje del tubo del receptáculo.

10

La figura 6 representa una nave receptora en el momento en que el boom (15) va a realizar contacto con la boca del receptáculo (8). La vista representa la imagen cuando el Subsistema de Visión está situado en la posición preferida en esta invención colocada en el cono de cola, en ella pueden verse: Aleta del boom (14), parte extensible (13) del boom, luces del dispositivo (12a) del extremo del boom de esta  
15 invención colocadas en la parte superior de la pértiga extensible para esta implementación preferida. También puede observarse la boquilla o nozzle (11) y la rampa (10) del receptáculo sobre la cual la nozzle se suele deslizar previamente al contacto.

20

La figura 7 representa la imagen que se obtiene del boom cuando el Sistema de Visión es colocado en la Belly Fairing ubicada en la panza del avión tanquero. En la figura puede apreciarse la boquilla o nozzle (11), la parte extensible (13) del boom, la aleta del boom (14) y la parte fija (15) del boom vista desde el a parte inferior del avión tanquero, además se muestra la ubicación (12b) del anillo de iluminación de esta  
25 invención cuando el Sistema de Visión es colocado como se ha comentado anteriormente. Ambos puntos de vista, generan imágenes del contacto y cada una con sus propios inconvenientes y ventajas. El dispositivo del Boom podría contener seis o más emisores de luz y de esta forma permitir que el Subsistema de Visión pudiera  
30 estar en las dos ubicaciones indicadas (Cono de cola y Belly Fairing) con lo que se obtendrían imágenes complementarias que bien podrían generar una interesante redundancia, muy útil en este tipo de Sistemas.

35 La figura 8 muestra una vista del avión tanquero así como de su boom desplegado, para indicar las dos posiciones en las que el Subsistema de Visión puede ubicarse.

Una primera situación se corresponde a su colocación (preferida) en el cono de cola (18a), mientras que una segunda situación se corresponde a su situación bajo la Belly Fairing (18b), la panza del tanquero. A dichas ubicaciones corresponden como ya se ha comentado distintas implementaciones del anillo de iluminación del boom, que puede disponerse bien en la parte trasera (12a) o bien en la parte delantera (12b) correspondientes a las ubicaciones (18a) y (18b) de las cámaras. Cada una de las cámaras según sea su posicionamiento en el cono de cola (18a) o en la panza del avión (18b) definen unos campos de visión (16) y (17) respectivamente de acuerdo a la ubicación específica.

10

La figura 9 es una representación cartesiana y esquemática de las ubicaciones de los elementos más importantes que forman parte del dispositivo del boom que consta básicamente de un anillo metálico o elemento de soporte similar, en el que van embutidos al menos tres emisores de luz P1, P2 y P3, colocados formando un triángulo. El punto P' es el punto medio entre los emisores de luz más exteriores P2 y P3. O' es el origen local de coordenadas elegido. De nuevo deberá haber una traslación para poder referir cualquier punto al origen global colocado en el centro del sensor de imagen de una de las cámaras;  $u_o$ ,  $v_o$  y  $w_o$  son versores (vectores de modulo la unidad) en la direcciones de los distintos ejes.  $d_2$  es la distancia desde el centro de la boca de salida de combustible de la nozzle del boom hasta el origen local O' que se puede determinar conociendo la distancia P'O' que medida en el dispositivo tendrá un valor  $d_1$ .  $v_o$  es un versor en la dirección del eje del Boom.

15

20

25

30

35

La figura 10 es una representación cartesiana del Subsistema de Visión. En este dibujo, pueden verse ambas cámaras así como lo que las mismas verían al apuntar a un punto P de espacio. Cada cámara verá el punto con unas coordenadas locales distintas  $(X_1, Y_1)$  y  $(X_2, Y_2)$  en las que el punto aparecerá como punto P1 y P2 respectivamente. La coordenada Z en cada una de las representaciones locales podrá calcularse a partir del ángulo  $\alpha/2$  correspondiente a la mitad del FOV (Field Of View) o campo de visión de cada cámara que dependerá de la óptica y resolución de la misma así como del tamaño de su sensor. Hallados los  $Z_1$  y  $Z_2$ , locales del punto para cada cámara se obtendrá la Z, la X y la Y del punto con respecto a un origen de referencia predeterminado. En nuestro caso el centro u origen O que hemos colocado, sin pérdida de generalidad, está en el centro del sensor de la cámara izquierda, tal y como se representa en la figura. Esto nos dará las coordenadas de cualquier punto

observado por ambas cámaras respecto a los mismos ejes coordenados y por lo tanto las coordenadas relativas reales entre ellos.

En la figura 11 viene representada la arquitectura del Subsistema de Visión en la que se incluyen los componentes principales que componen su arquitectura. Una caja exterior preferentemente metálica de aluminio incluye dos cámaras separadas por una distancia de alrededor de medio metro (a mayor distancia, mejor resolución espacial en el eje z). Cada cámara (26) dispone de un sensor y una electrónica de adaptación y lectura del mismo al que se debe anteponer una lente (25) y un filtro (24) para eliminar las longitudes de onda diferentes a aquellas emitidas por los dispositivos de Boom y de Receptáculo. Incluye una electrónica especial (32) basada en FPGA con el fin de obtener resultados en tiempo real donde se realiza un cierto procesado y reconocimiento de imagen y extracción de coordenadas locales  $x_i$ ,  $y_i$  de los puntos de luz de los dispositivos señalados.

La información de coordenadas de ambas cámaras pasan a un Sistema de Procesamiento (33) donde finalmente las coordenadas X, Y, Z de cada emisor de luz, es obtenida con respecto a un eje de coordenadas cuyo origen se ha tomado en el centro del sensor de la cámara izquierda para mayor facilidad, sin perjuicio de poder elegir cualquier otro.

La figura 12 representa una caja en la que van incluidos los elementos que forman parte del Dispositivo del Boom. Esencialmente está compuesto de unos emisores de luz (38), LEDs en esta implementación preferida, al menos tres, alimentados por sus respectivos drivers (37) que están a su vez manejados por un microcontrolador (36) que a su vez conecta con el Subsistema de Visión a través de un bus de control con su respectiva electrónica de comunicaciones (34). El bus de control estará sincronizado con el Subsistema de Visión para facilitar conseguir la posición de los emisores de luz del mismo.

En la figura 13 se describe la composición del Dispositivo del Receptáculo. En él, en esta implementación preferida, un conjunto de LEDs (LED1, LED 2, LED3,... LEDn) (38) al menos 3, son alimentados por sus respectivos drivers (37) y estos activados y desactivados por un microcontrolador (36) que será remotamente controlado. Este dispositivo podrá ser encendido o apagado desde la consola de la nave receptora.

Adicionalmente un sensor (35) recibirá luz a través de su correspondiente filtro (29) para tras un elemento adaptador de señal (39) proporcionar al microcontrolador (36) la información de pulsos recibidos en el mismo y procedentes del dispositivo del boom. El dispositivo podrá almacenar la información recibida en una memoria no volátil. El  
5 microcontrolador, con un algoritmo de procesamiento no solamente controla el encendido de los LEDs sino que además de la información recibida desde el sensor de luz (35) podrá extraer tanto información de la posición del dispositivo respecto al dispositivo del boom como de información de audio que pudiera insertarse en la secuencia de pulsos emitida por este último. Finalmente un bus de comunicaciones  
10 permite controlar este dispositivo desde el avión receptor, como ya se ha comentado.

La figura 14 muestra la estructura de un Dispositivo de Localización (41). El dispositivo está encerrado en una caja (0) y consta de un conjunto de al menos tres emisores de luz (2) con sus respectivos difusores (23) alimentados por sus correspondientes  
15 drivers (37). Un par de cámaras (26) con sus correspondientes lentes (25) y filtros ópticos de paso banda estrecho (24). Tanto cámaras (26) como emisores de luz son controlados por una electrónica de control y la información de las primeras (26) así como la procedente de un sensor de luz (35) provisto de su filtro óptico paso banda (29) es procesada por una unidad de procesamiento en tiempo real basada en FPGA o  
20 electrónica semejante (33, 36, 39). Las cámaras poseen su propia electrónica para el cálculo en tiempo real de las coordenadas de los puntos de luz procedentes de otro Dispositivo de Localización. El dispositivo se comunica con el exterior a través de un bus de comunicaciones (34) y es alimentado por una fuente de energía del avión no representada en el dibujo.

25

El funcionamiento detallado del Sistema es el siguiente:

Cuando el receptáculo (fig.6.10) colocado en la superficie de la nave receptora de combustible se encuentra en posición de ser vista por el subsistema de dos cámaras (fig.4C) colocado en una posición favorable del tanquero (como puede ser el cono de  
30 cola (fig.8-18a) o la belly fairing (fig.8-18b)), entonces también unas cámaras colocadas en el Dispositivo del Receptáculo y mirando en sentido inverso, podrán ver al tanquero y más concretamente al sistema de visión del mismo. Junto a este se han colocado los emisores de luz del tanquero que emitirán desde esa posición su correspondiente patrón que será visualizado por las cámaras junto al Dispositivo del  
35 Receptáculo. De esa forma el receptor podrá ubicar al tanquero y acercarse a él para

colocarse en la posición de repostaje. (Esta es una de las funcionalidades perseguidas por esta invención).

Antes incluso de alcanzar esa colocación en la posición de repostaje, las luces colocadas en el dispositivo (fig.4A.5) que van sobre dicho receptáculo, o bien  
5 distribuidas en otra implementación alternativa, sobre la superficie del avión receptor, empiezan a parpadear con una cadencia correspondiente a un código determinado. Este parpadeo tiene dos modos de funcionamiento o dos funcionalidades particulares, la primera es un parpadeo a una frecuencia fija que coincide con la frecuencia de cuadro de las cámaras y la segunda es una frecuencia diferente de unos 48KHz como  
10 valor preferido y que permite envío de información codificada de voz al Dispositivo de Boom el cual, con un filtro óptico adecuado delante de su sensor (fig. 14-29) consigue eliminar de la señal recibida la luz de información ajena al dispositivo. Es obvio que cuanto más estrecho sea el filtro paso banda y más coherente la luz emitida desde los emisores de luz del dispositivo del receptáculo (fig.13-38), más fácil será eliminar la  
15 parte de luz improcedente. El patrón enviado por los emisores de luz permite una ayuda adicional para discriminar qué píxeles de las imágenes obtenidas por las cámaras del Subsistema de Visión colocado en el tanquero corresponden a la iluminación generada por las fuentes de luz del dispositivo del receptáculo. El procesador de imagen (fig.11-32) colocado tras las cámaras, dentro del Subsistema de  
20 Visión, realizará una resta de las imágenes de cuadros sucesivos del vídeo para obtener las diferencias entre una imagen y la siguiente y de esta forma poder poner de manifiesto con mayor claridad aquellos puntos que de un cuadro al siguiente han sufrido variación. Estas diferencias se correlacionarán con el código empleado en el parpadeo de las luces para de esa forma facilitar aún más la labor de detección de  
25 cada una de las luces colocadas sobre el dispositivo así como para identificar cada una de ellas en ambas cámaras.

Recibida la luz procedente de los emisores del dispositivo del receptáculo como ciertas coordenadas en las cámaras del Subsistema de Visión se procederá a calcular las  
30 coordenadas de estos emisores mediante una matemática sencilla que permite incluirla en una electrónica y recalcularla en tiempo de cuadro de imagen en (fig.11-33).

De esa manera, a partir de las coordenadas de las luces se obtendrá la ubicación de la boca del receptáculo (fig.5B-5) y del vector ortogonal a esta respecto a unos ejes  
35 coordenados referidos al tanquero y más concretamente respecto a una de sus

cámaras. (Esta es la segunda funcionalidad importante que se persigue con esta invención).

Al mismo tiempo, las luces colocadas sobre el boom, cercanas a la nozzle (fig.4B-12)  
5 ó (fig.6-12a) ó (fig.8-12b) se harán parpadear de forma similar, aunque no idéntica, a las del dispositivo del receptáculo y por un procedimiento completamente análogo se podrá determinar la posición de las mismas respecto al mismo Sistema de coordenadas del tanquero. A partir de esa posición podremos determinar con exactitud las coordenadas del extremo de la nozzle por la que sale el combustible así como del  
10 vector ortogonal a la sección de salida de la misma. (Esta es la tercera funcionalidad importante que persigue esta invención).

Teníamos en un principio la posición del tanquero desde el receptor y ahora tenemos la posición relativa de la boca del receptáculo y de la salida por punta de boom y  
15 ambos referidos a los mismos ejes de referencia del tanquero. Mediante unas leyes de control que bien gobiernen o bien ayuden en el movimiento tanto del boom por un lado como también del propio avión receptor, se podrá implementar un guiado semiautomático o incluso automático que mejore la operativa de la operación. Cuando la conexión se produzca, ambos conjuntos de coordenadas deberán coincidir y será el  
20 momento de realizar los ajustes que se consideren oportunos ya que en otras implementaciones de esta invención, el cálculo de la posición de la boca del receptáculo pudiera no ser tan obvia como la correspondiente a la implementación preferida de esta ya que los emisores de luz podrían distribuirse a lo largo de la superficie del receptor. Esto pudiera revestir otro tipo de ventajas. En ese momento de  
25 contacto real la información de la posición de las luces es exactamente la deseada en el contacto y es muy interesante poder almacenarla, cosa que esta invención realiza gracias a una comunicación que se establece entre el dispositivo del receptáculo del avión receptor y el Subsistema de Visión del tanquero. El receptor emplea la luz de sus emisores como portadora para enviar al propio Subsistema de Visión información  
30 digital codificada. Al mismo tiempo, el dispositivo del Boom puede enviar información, no solamente al Subsistema de Visión, sino también al dispositivo del receptáculo donde el sensor de luz colocado en el mismo permitirá cerrar el lazo de comunicación entre ambos aviones. El avión receptor podrá almacenar la información de situación en el contacto y otras informaciones relevantes auxiliares que pudieran ser interesantes  
35 para el tanquero en relación con el mismo.

Una vez almacenada esa posición, y en una futura conexión entre tanquero y el mismo receptor, este último podrá indicarle al tanquero cual es la posición en que debiera estar el receptáculo para que se produzca la conexión exacta. Además de ese intercambio de información de ubicación ese canal puede emplearse para  
5 comunicaciones habladas evitando así cualquier señal de radio que pudiera detectarse con más facilidad que una señal óptica.

Otra funcionalidad importante de la invención es la posibilidad de realizar una comunicación de voz dúplex entre receptor y tanquero. O sea entre el Dispositivo del Receptáculo y el Dispositivo del Boom. Ambos tienen dos modos de encender sus  
10 respectivos emisores de luz. Una para enviar la posición y otra para enviar y recibir una señal de varias decenas de khz, suficiente para portar una señal de voz. Y esto en ambas direcciones si ambos dispositivos se dotan de los respectivos sensores de luz.

Por lo tanto, las etapas que tienen lugar para el correcto funcionamiento del Sistema  
15 son:

- Visualización desde las cámaras del Dispositivo del Receptáculo de las luces colocadas en el tanquero que parpadean generando patrones fijos a la frecuencia de cuadro de estas cámaras.
- Determinación de la posición del tanquero respecto a las cámaras del  
20 Dispositivo del Receptáculo para facilitar el acercamiento del avión receptor.
- Posicionamiento, de la nave receptora respecto de la tanquera en una posición para repostaje. En esta posición el receptor puede ser visto por las cámaras del tanquero.
- Parpadeo de las luces dispuestas sobre el Dispositivo Receptor con una  
25 cadencia determinada que presenta dos modos de funcionamiento, el primero es un parpadeo a una frecuencia fija, que coincide con la frecuencia de cuadro de las cámaras con la que realiza una emisión de patrones y la segunda es una frecuencia diferente de unos 48KHz como valor preferido y que permite envío de información codificada de voz al Dispositivo del Boom.
- Determinación de la posición de la boca del Receptáculo respecto al tanquero:
  - o Eliminación en las cámaras de la imagen de cuadro de la luz ajena al  
30 dispositivo por medio de los filtros ópticos con los que cuentan las cámaras.
  - o Resta de las imágenes de cuadros sucesivos del vídeo por parte de un  
35 procesador de imágenes para obtener las diferencias entre una imagen

y la siguiente y de esta forma poder poner de manifiesto con mayor claridad aquellos puntos que de un cuadro al siguiente han sufrido variación

- 5
  - o Correlación de las diferencias con el código o patrón empleado en el parpadeo de las luces para determinar las luces que son pertinentes.
  - o Cálculo de las coordenadas de estos emisores mediante una matemática sencilla que permite incluirla en una electrónica y recalcularla en tiempo real.
- 10
  - Al mismo tiempo que tienen lugar las operaciones anteriores, las luces colocadas sobre el boom, cercanas a la nozzle se harán parpadear de forma similar y con un tratamiento similar al anterior para el Dispositivo del Receptáculo. Con esto podrán emitir igualmente información no sólo de posición sino también de voz.
- 15
  - Determinación de la posición de las luces del boom respecto al mismo Sistema de coordenadas del tanquero.
  - Determinar con exactitud las coordenadas del extremo de la nozzle respecto al tanquero.
  - Determinación de las posiciones relativas entre ambos puntos significativos: Punta de Boom Y Boca de Receptáculo así como de los vectores ortogonales a sus superficies.
- 20

**Calibración : Determinación de la posición relativa de contacto y almacenamiento de la misma**

- 25 En el momento del contacto entre la nozzle del boom y el receptáculo, el conjunto de cámaras (que estará colocado preferentemente en la parte inferior del cono de cola del tanquero, aunque también podría colocarse en la parte inferior de su cuerpo principal Belly Fairing o distribuido en estas y más partes del avión), podrá ver al conjunto de
- 30 luces del dispositivo objeto de esta invención desde la distancia más corta posible (que es la del momento del contacto), principalmente el dispositivo del Receptáculo que se coloca sobre la superficie del avión receptor. Dicho dispositivo puede tener la forma aquí presentada como implementación preferente pero también podría distribuirse en varias piezas dispuestas sobre la superficie del receptor. Incluso podría sustituirse dicho dispositivo por un Sistema que obtenga la posición del receptáculo por métodos
- 35 alternativos. La primera tarea de esta invención es obtener la posición del punto que

se halla en la boca del receptáculo junto con un vector perpendicular a la misma. De modo que a partir de la información recabada por el Subsistema de Visión sobre posición de emisores de luz o métodos y elementos alternativos, son esos seis parámetros los que debemos obtener. Por lo tanto, en el momento de contacto es un  
5 instante seguro en el que verdaderamente conocemos la posición relativa entre la información obtenida del Dispositivo del Receptáculo, en cualquiera de sus implementaciones, y la boca del receptáculo y su vector ortogonal. En ese momento las cámaras podrán determinar con la máxima exactitud dónde debe estar colocada la nozzle respecto a ese conjunto de luces u otros elementos, y de esto determinar con la  
10 misma precisión la ubicación del receptáculo respecto de las mismas. Esta información es fundamental y permitirá el calibrado de todo el Sistema. Por eso en ese momento de contacto, la información de la ubicación en la que está el receptáculo tiene total precisión y debe pasar desde el tanquero al avión receptor que la almacenará para proporcionársela a otros tanqueros.

15

#### Recepción de la información de ubicación

En el momento del contacto, como ya se ha comentado, se produce una situación muy favorable de distancia entre la punta del boom y el receptáculo del avión receptor.

20 En el dispositivo objeto de esta invención que se coloca junto a dicho receptáculo hay al menos un sensor receptor de luz que recibirá la información que desde la nozzle del boom se enviará en forma de luz en una implementación preferida. De esta forma el receptor podrá recibir la información obtenida en el tanquero en el momento del contacto y almacenarla para ser enviada por su elemento o elementos activos en un  
25 próximo contacto cuando otro tanquero así se la solicite. Además el mismo tanquero puede almacenar esa información para futuros contactos, ya que por ser de poco volumen puede mantenerse en una pequeña base de datos para todos aquellos receptores con los que se haya realizado contacto. No sólo se pueden almacenar los datos de contacto sino que el receptáculo puede transmitirle también al tanquero otros  
30 datos de combustible, etc. para ser almacenados en dicha base de datos.

Descrita suficientemente la naturaleza de la presente invención, así como la manera de ponerla en práctica, se hace constar que, dentro de su esencialidad, podrá ser llevada a la práctica en otras formas de realización que difieran en detalle de la

indicada a título de ejemplo, y a las cuales alcanzará igualmente la protección que se recaba, siempre que no altere, cambie o modifique su principio fundamental.

## **REIVINDICACIONES**

1.- Sistema de localización del extremo del boom y del receptáculo de repostaje en una operación de repostaje en pleno vuelo desde un tanquero provisto de un boom (15) y una nave receptora que comprende:

- Unos Medios de Localización de la posición de la boca de entrada del combustible que está en el interior del receptáculo dispuesto en la nave receptora que comprenden al menos un Subsistema de Visión dispuesto sobre el tanquero.

- Unos Medios de Localización de la posición de la punta del boom que comprenden unos emisores de luz, colocados sobre la punta del boom, en combinación con el Subsistema de Visión dispuesto sobre el tanquero.

- Unos Medios de Procesamiento en los que a partir de las imágenes obtenidas de los Medios de Localización permiten la exacta determinación de sus posiciones e inclinaciones respecto a un sistema de coordenadas común.

Caracterizado por que los Medios de Localización de la posición de la boca de entrada del combustible consisten en una serie de LEDs, láseres o emisores de luz dispuestos sobre la nave receptora alojados en el Dispositivo del Receptáculo en combinación con unas cámaras colocadas sobre el avión tanquero,

2.- Sistema de Localización del extremo del Boom y del Receptáculo de repostaje, según la reivindicación 1 caracterizado por que el Dispositivo de Receptáculo consiste en una banda de acero o titanio o teflón o kevlar, semi-hueca que incluye al menos cuatro zonas transparentes de material como un grafeno, óxido de aluminio o similar, dentro de las cuales van embutidas elementos que proporcionan luz.

3.- Sistema de Localización del extremo del extremo del Boom y del Receptáculo de repostaje, según la reivindicación 2 caracterizado por que en una de las zonas transparentes se aloja un sensor que recibe y detecta luz de otro dispositivo.

4.- Sistema de Localización del extremo del Boom y del Receptáculo de repostaje, según la reivindicación 1 caracterizado por que los Medios de Localización de la posición del Receptor consisten en una cámara TOF localizada en el tanquero, que consta de unos medios de iluminación y un sensor que mide el tiempo que tarda la luz en volver una vez emitida, junto con un sistema de procesamiento para bien reconocer la posición del receptáculo bien para realizar una comparación con un modelo 3D del receptor y así igualmente determinar la posición de la entrada del receptáculo.

5.- Sistema de Localización del extremo del Boom y del Receptáculo de repostaje, según la reivindicación 1 caracterizado por que los Medios de Localización de la posición del Receptor consisten en un emisor láser colocado sobre el tanquero con una lente DOE o lente de difracción que genera un patrón conocido de luz estructurada sobre la superficie del receptor y que con un Sistema de Procesamiento permitirá determinar la correspondencia entre los puntos de la matriz y los mismos puntos en la imagen obtenida por las cámaras para por medios de telemetría básica obtener igualmente las distancias y con estas realizar un reconocimiento de imagen o comparar con un modelo 3D del propio receptor para obtener una información equivalente a aquella obtenida mediante el Dispositivo del Receptáculo

6.- Sistema de Localización del extremo del Boom y del Receptáculo de repostaje, según la reivindicación 1 caracterizado por que los Medios de Localización de la posición del boom consisten en un Dispositivo de Boom que comprende una caja que mediante una abrazadera o similar, va sujeto a la pértiga o barra extensible del boom, dicha caja alberga emisores de luz de estrecho rango de longitudes de onda, al menos tres, de pequeño tamaño como son los leds e incluyen cada uno su difusor donde dichos emisores de luz están alimentados por sus respectivos drivers que están conectados a una fuente de alimentación mediante una electrónica de control y todo el Sistema se controla remotamente y para generar unos patrones de luz.

7.- Sistema de Localización del extremo del Boom y del Receptáculo de repostaje, según la reivindicación 2 y 6 caracterizado por que el Subsistema de Visión comprende al menos, dos cámaras sensibles a la longitud de onda emitida por

los Dispositivos de Boom y Receptáculo, colocadas en un soporte rígido que las mantiene a una distancia fija y cuentan con un filtro óptico paso banda y su respectiva lente de enfoque tras el filtro y la electrónica para el procesado y extracción de, tanto de la imagen como de la información relativa a las coordenadas (x,y) de cada punto de luz emitido por cada dispositivo de los anteriores.

8.- Sistema de localización como el descrito en las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que los emisores de luz son los extremos terminales de una fibra óptica que transporta la luz desde unos leds, láseres o emisores en general, separados del extremo emisor de luz de la fibra óptica.

9.- Sistema de Localización del extremo del Boom y del Receptáculo de repostaje, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores caracterizado por que el al menos subsistema de Visión dispone de cámaras de enfoque controlable y variable.

10.- Sistema de Localización del extremo del Boom y del Receptáculo de repostaje, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores 1-8 caracterizado por que el al menos subsistema de Visión comprende cámaras de Iris controlable y variable.

11.- Sistema de Localización del extremo del Boom y del Receptáculo de repostaje, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores 1-8 caracterizado por que el al menos subsistema de Visión comprende cámaras de zoom controlable y variable.

12.- Un Boom o dispositivo de repostaje para el sistema de localización según cualquiera de las reivindicaciones 1-11 caracterizado por que el Dispositivo de Localización de Boom ha sido integrado en el propio boom.

13.- Un Receptáculo para un avión receptor para el sistema de localización según cualquiera de las reivindicaciones anteriores 1-11 caracterizado por que el Dispositivo de localización de boom o dispositivo de repostaje ha sido integrado en el propio receptáculo..

14.- Sistema de Acercamiento y Localización del extremo del Boom y del Receptáculo de repostaje en una operación de repostaje en pleno vuelo desde

una nave receptora hacia un tanquero provisto de un boom (15) caracterizado por que comprende tres Dispositivos Localizadores uno dispuesto sobre la nave receptora, otro bajo el tanquero y otro sobre la punta del boom, donde cada dispositivo de localización comprende:

5

- Al menos tres emisores de luz de tipo LED, o Láser, o bien una combinación de ambos, cada uno con un difusor. Cada emisor de luz estará alimentado por su respectivo driver, y todos comandados por una electrónica de control.

10

- Al menos dos cámaras de visión de alta velocidad (>30fps), con sus respectivas lentes y filtros ópticos de paso banda estrecha, sintonizados con la luz emitida por otro dispositivo colaborador. Las cámaras dispondrán de una electrónica de alta velocidad del tipo FPGA o similar para determinar en tiempo real las coordenadas de los puntos de luz emitidos por otro Dispositivo Localizador colaborador.

15

- Un sensor de luz con su respectiva lente capaz de detectar la luz de otro Dispositivo Localizador colaborador cuando se halla cerca.

20

- Una electrónica de procesamiento y guarda de las coordenadas proporcionadas por ambas cámaras para obtener las coordenadas relativas de cada emisor respecto a una de las cámaras. Además con el fin de proporcionar esta información al resto del avión para su uso en ayudar al repostaje existirá un bus de comunicación de toda la electrónica tanto de control como de reconocimiento/procesamiento/almacenamiento del dispositivo.

25

15.- Procedimiento de Acercamiento y Localización del extremo del Boom y de la boca de Receptáculo de repostaje en una operación de repostaje en pleno vuelo desde un tanquero provisto de un boom (15) a una nave receptora según el sistema de la reivindicación 14 caracterizado por que comprende las etapas de:

30

- Visualización desde las cámaras del Dispositivo del Receptáculo de las luces colocadas en el tanquero que parpadean generando patrones fijos a la frecuencia de cuadro de estas cámaras.

35

- Determinación de la posición del tanquero respecto a las cámaras del Dispositivo del Receptáculo para facilitar el acercamiento del avión receptor.

- Posicionamiento, de la nave receptora respecto de la tanquera en una posición para repostaje. En esta posición el receptor puede ser visto por las cámaras del tanquero.
- 5 - Parpadeo de las luces dispuestas sobre el Dispositivo Receptor con una cadencia determinada que presenta dos modos de funcionamiento, el primero es un parpadeo a una frecuencia fija, que coincide con la frecuencia de cuadro de las cámaras con la que realiza una emisión de patrones y la segunda es una frecuencia diferente de unos 48KHz como valor preferido y que permite envío de información codificada de voz al Dispositivo del Boom.
- 10 - Determinación de la posición de la boca del Receptáculo respecto al tanquero:
  - o Eliminación en las cámaras de la imagen de cuadro de la luz ajena al dispositivo por medio de los filtros ópticos con los que cuentan las cámaras.
  - 15 o Resta de las imágenes de cuadros sucesivos del vídeo por parte de un procesador de imágenes para obtener las diferencias entre una imagen y la siguiente y de esta forma poder poner de manifiesto con mayor claridad aquellos puntos que de un cuadro al siguiente han sufrido variación
  - 20 o Correlación de las diferencias con el código o patrón empleado en el parpadeo de las luces para determinar las luces que son pertinentes.
  - o Cálculo de las coordenadas de estos emisores mediante una matemática sencilla que permite incluirla en una electrónica y recalcularla en tiempo real.
- 25 - Al mismo tiempo que tienen lugar las operaciones anteriores, las luces colocadas sobre el boom, cercanas a la nozzle se harán parpadear de forma similar y con un tratamiento similar al anterior para el Dispositivo del Receptáculo. Con esto podrán emitir igualmente información no sólo de posición sino también de voz.
- 30 - Determinación de la posición de las luces del boom respecto al mismo Sistema de coordenadas del tanquero.
- Determinar con exactitud las coordenadas del extremo de la nozzle respecto al tanquero.
- 35 - Determinación de las posiciones relativas entre ambos puntos

significativos: Punta de Boom Y Boca de Receptáculo así como de los vectores ortogonales a sus superficies.

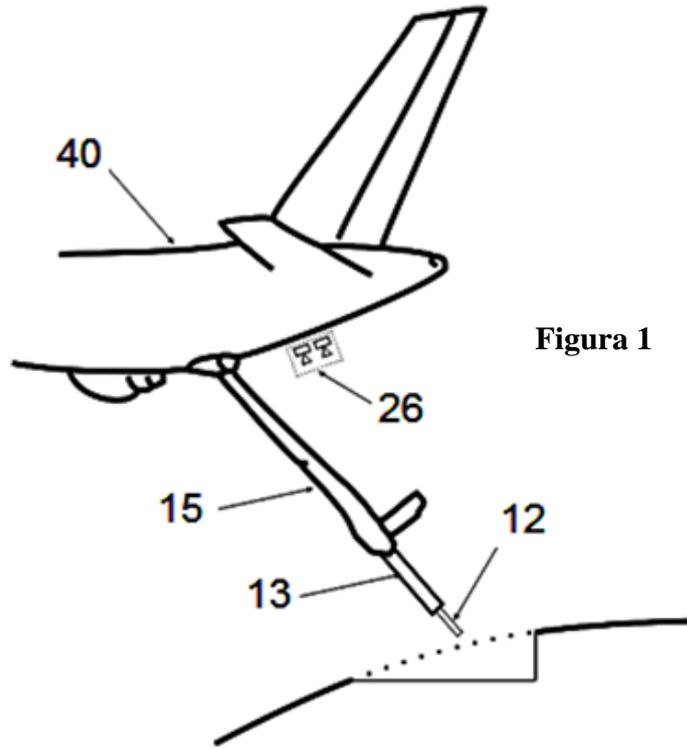


Figura 1

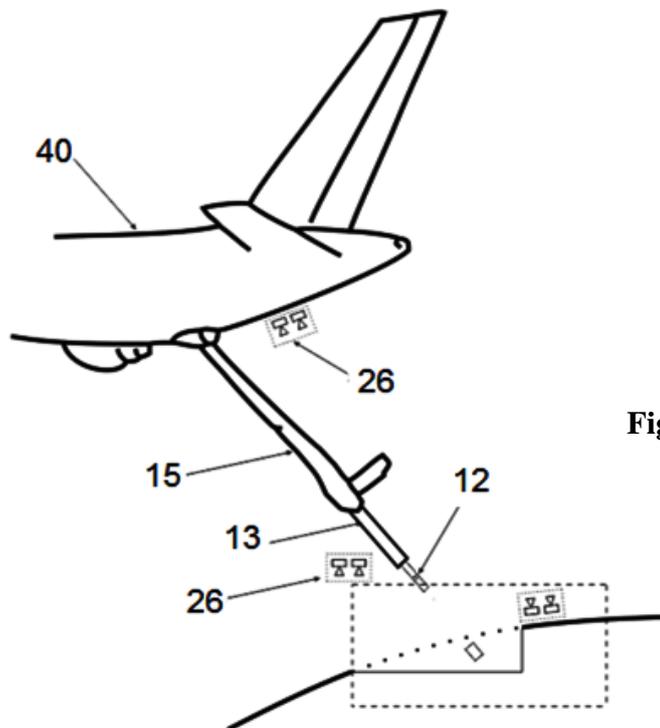


Figura 2

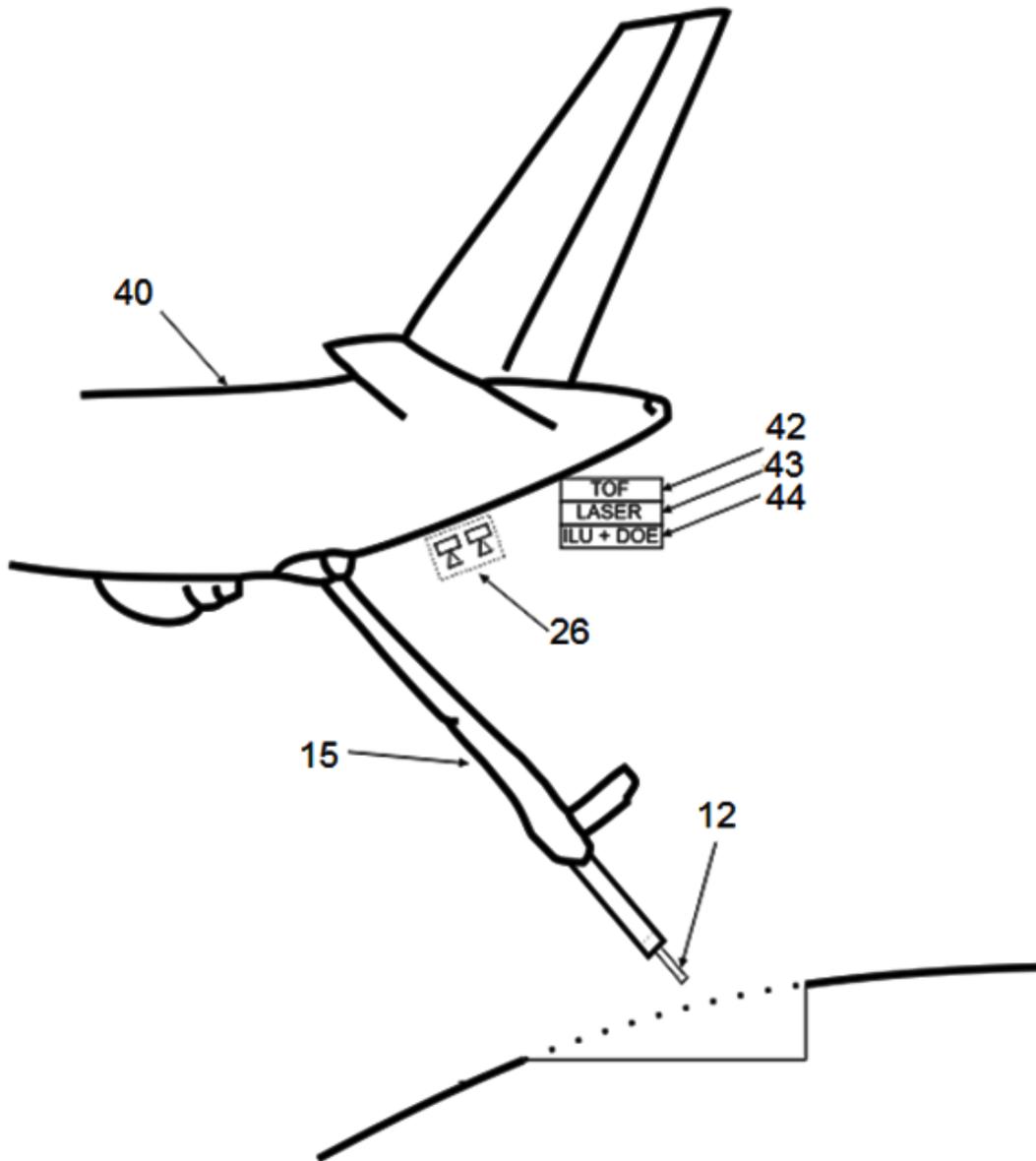


Figura 3

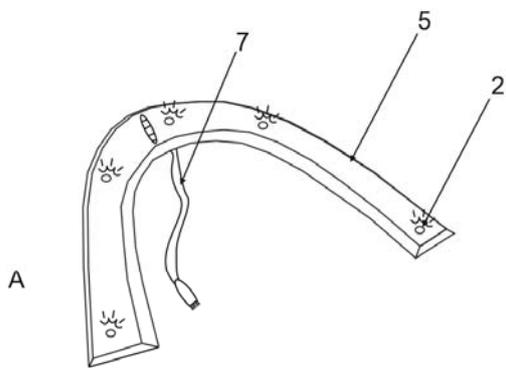


Figura 4A

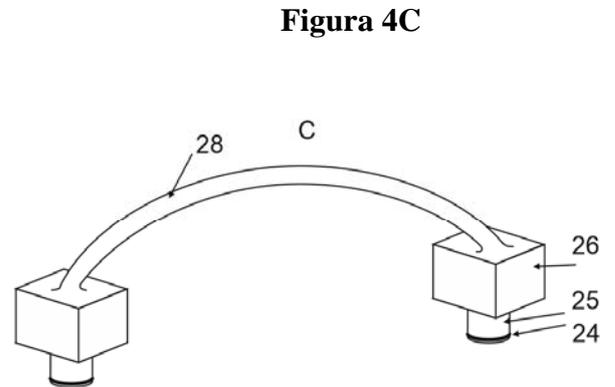


Figura 4C

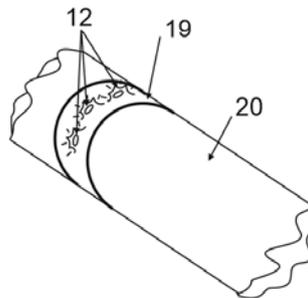


Figura 4B

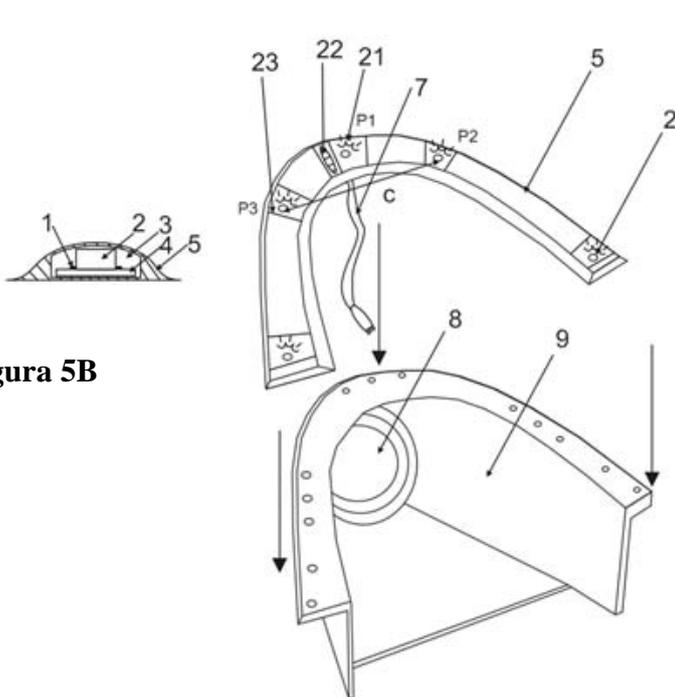


Figura 5B

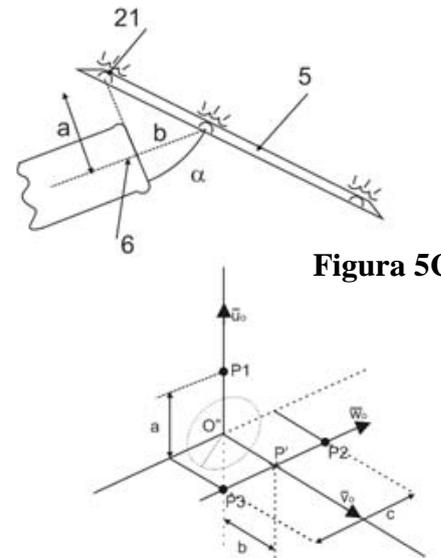


Figura 5C

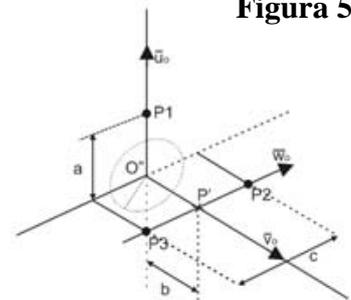
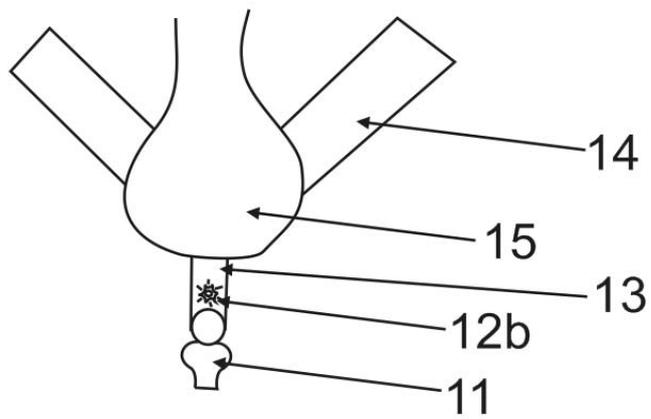
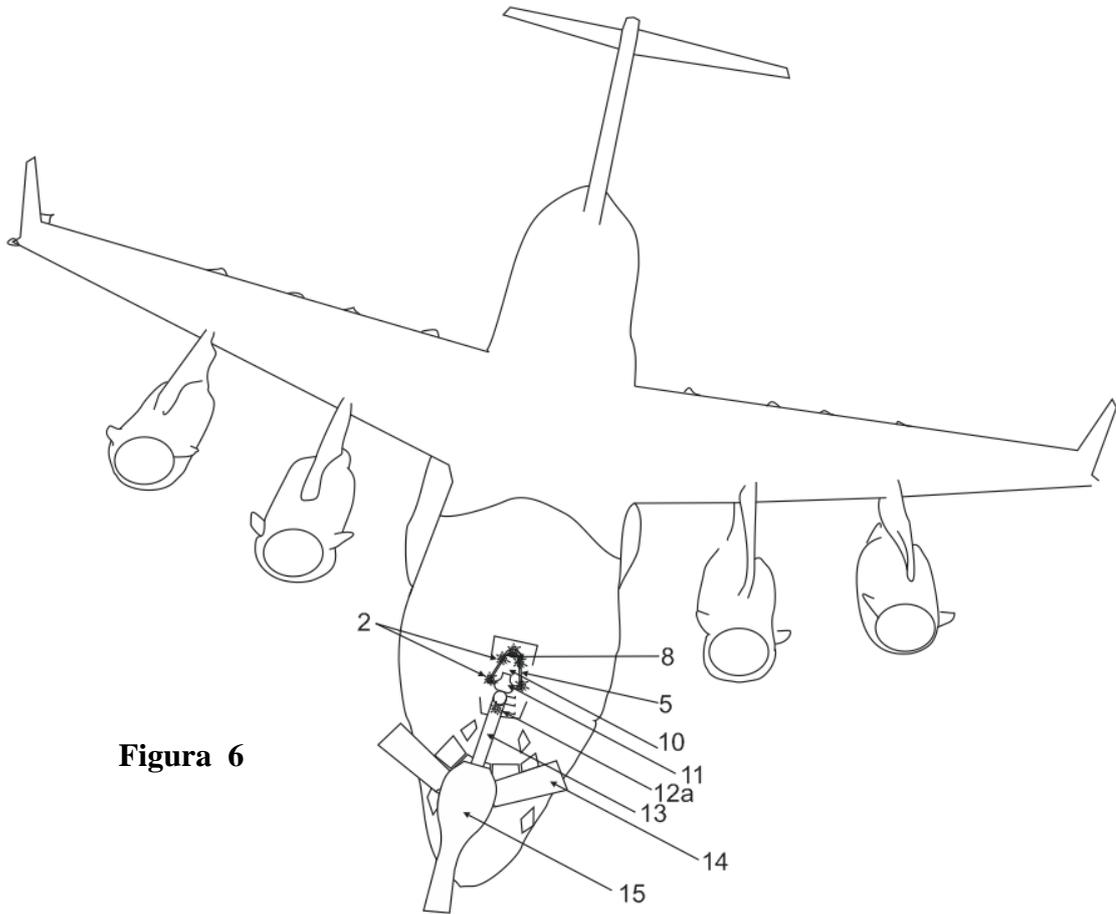


Figura 5D

Figura 5A



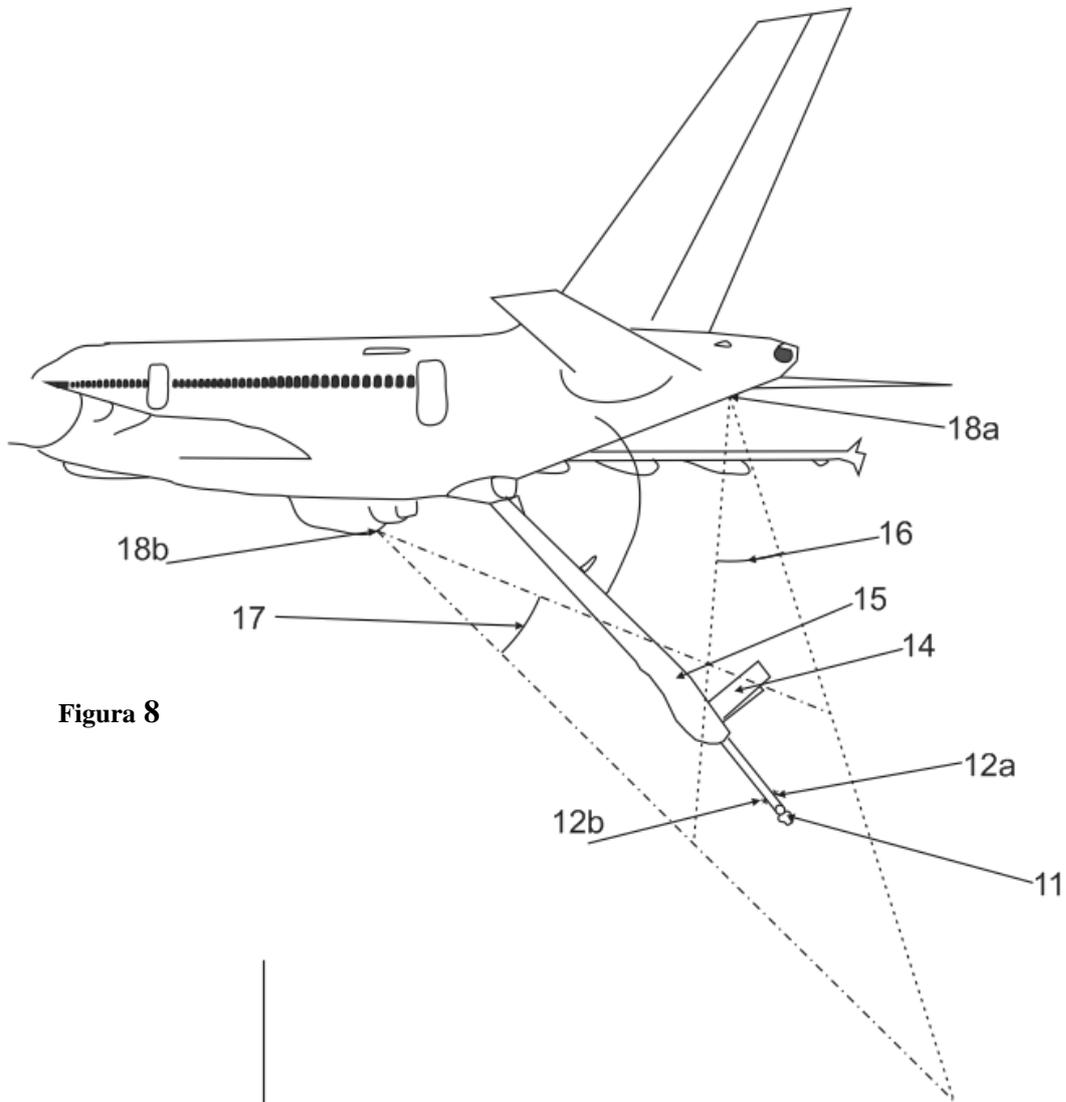


Figura 8

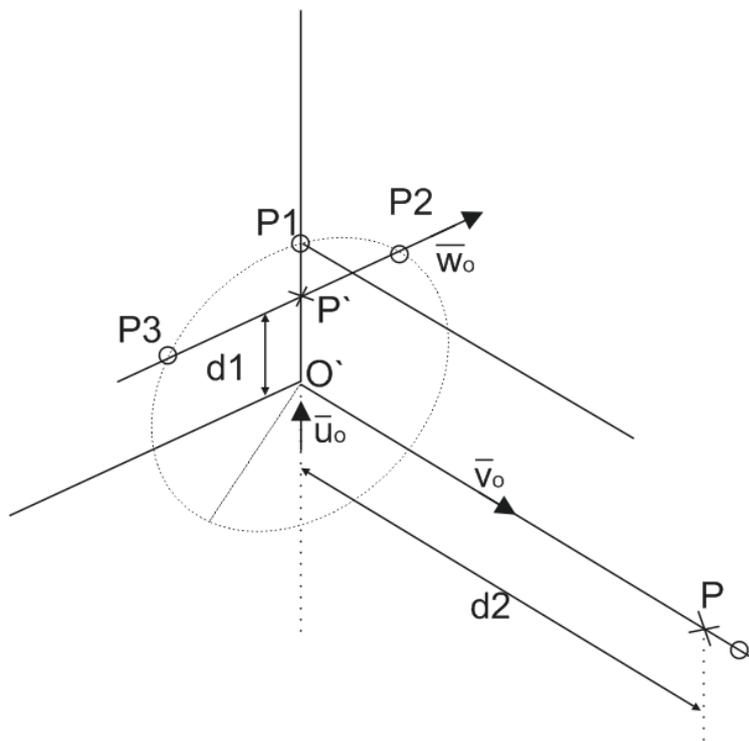


Figura 9

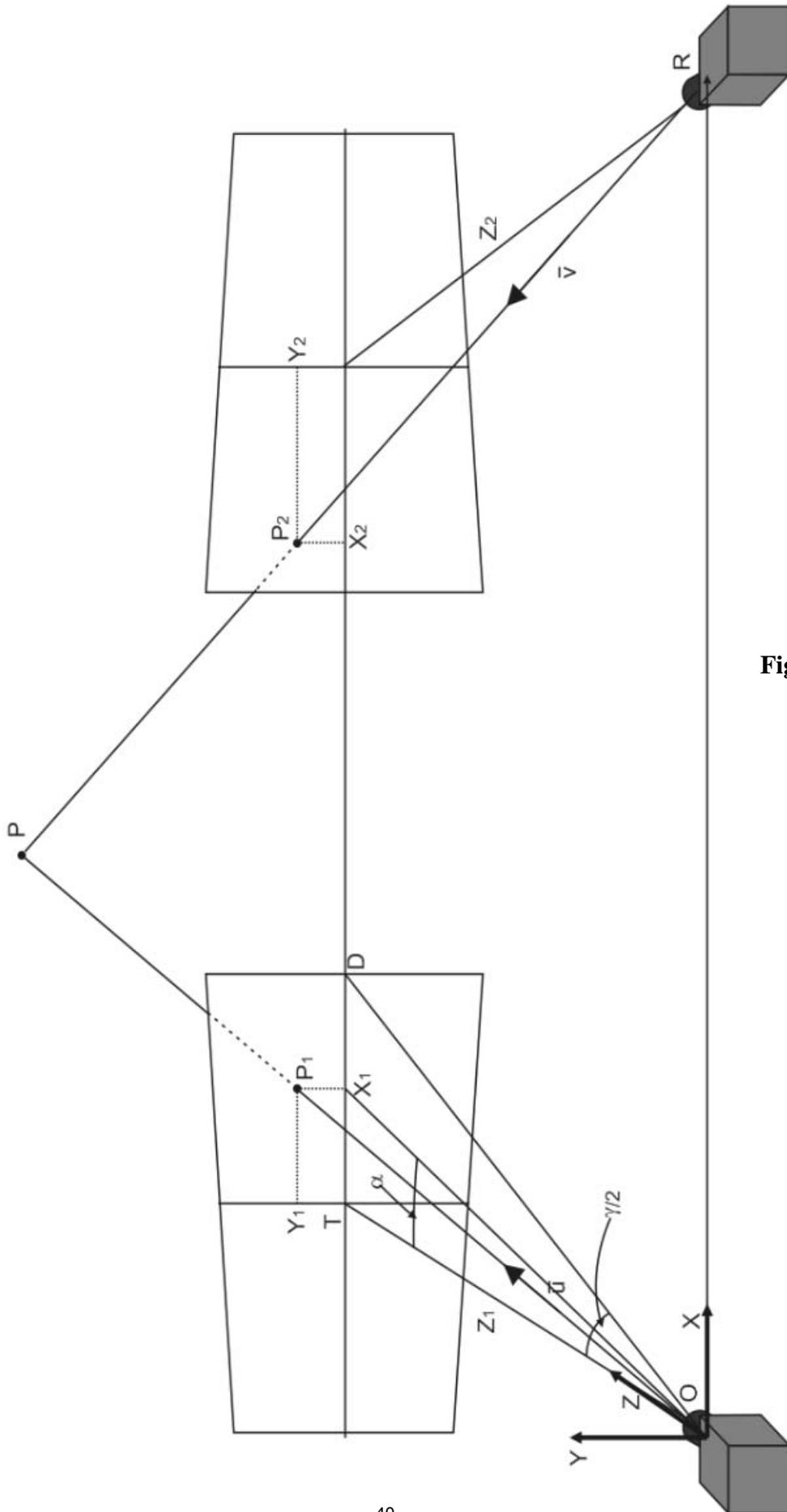
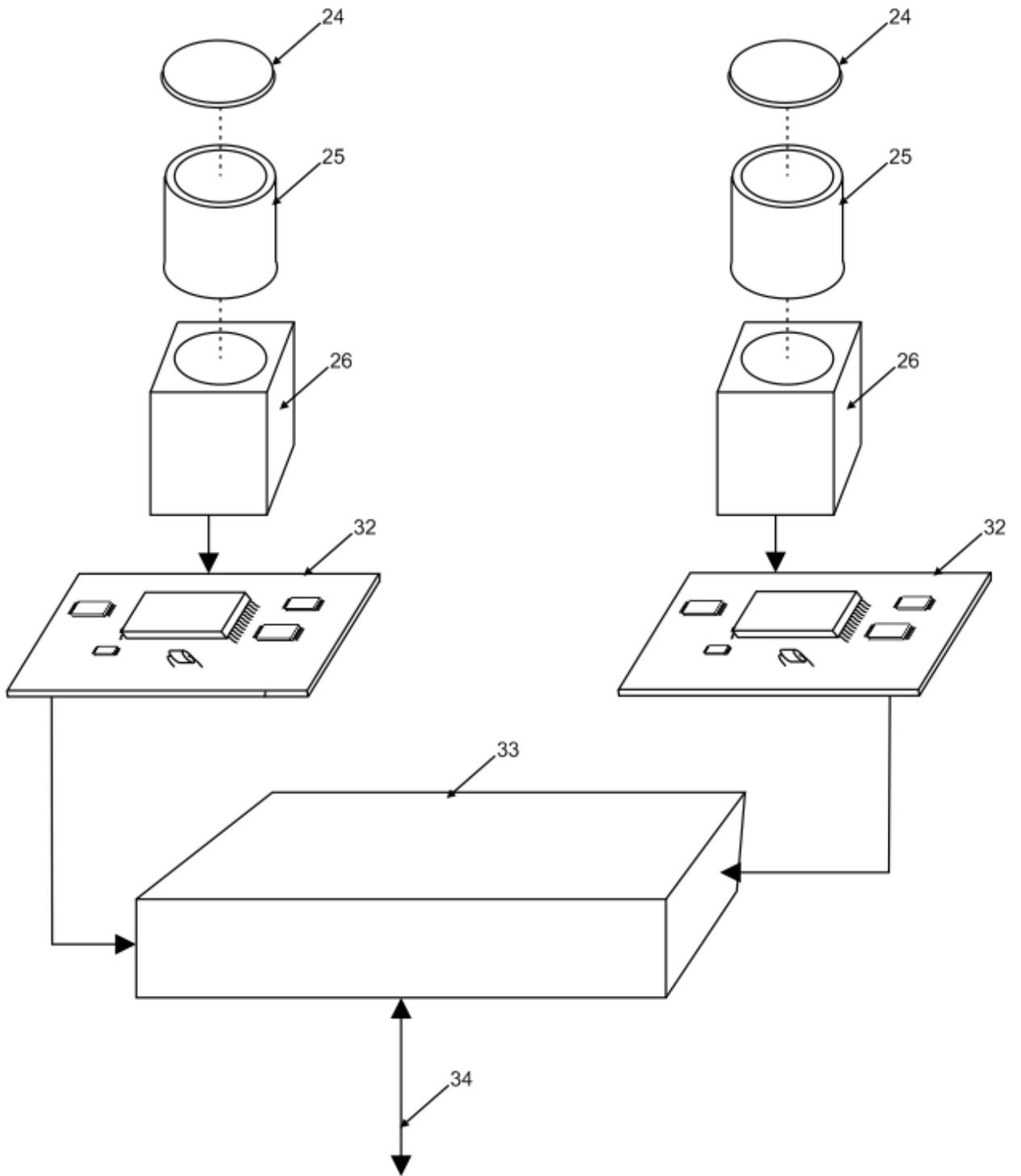


Figura 10



**Figura 11**

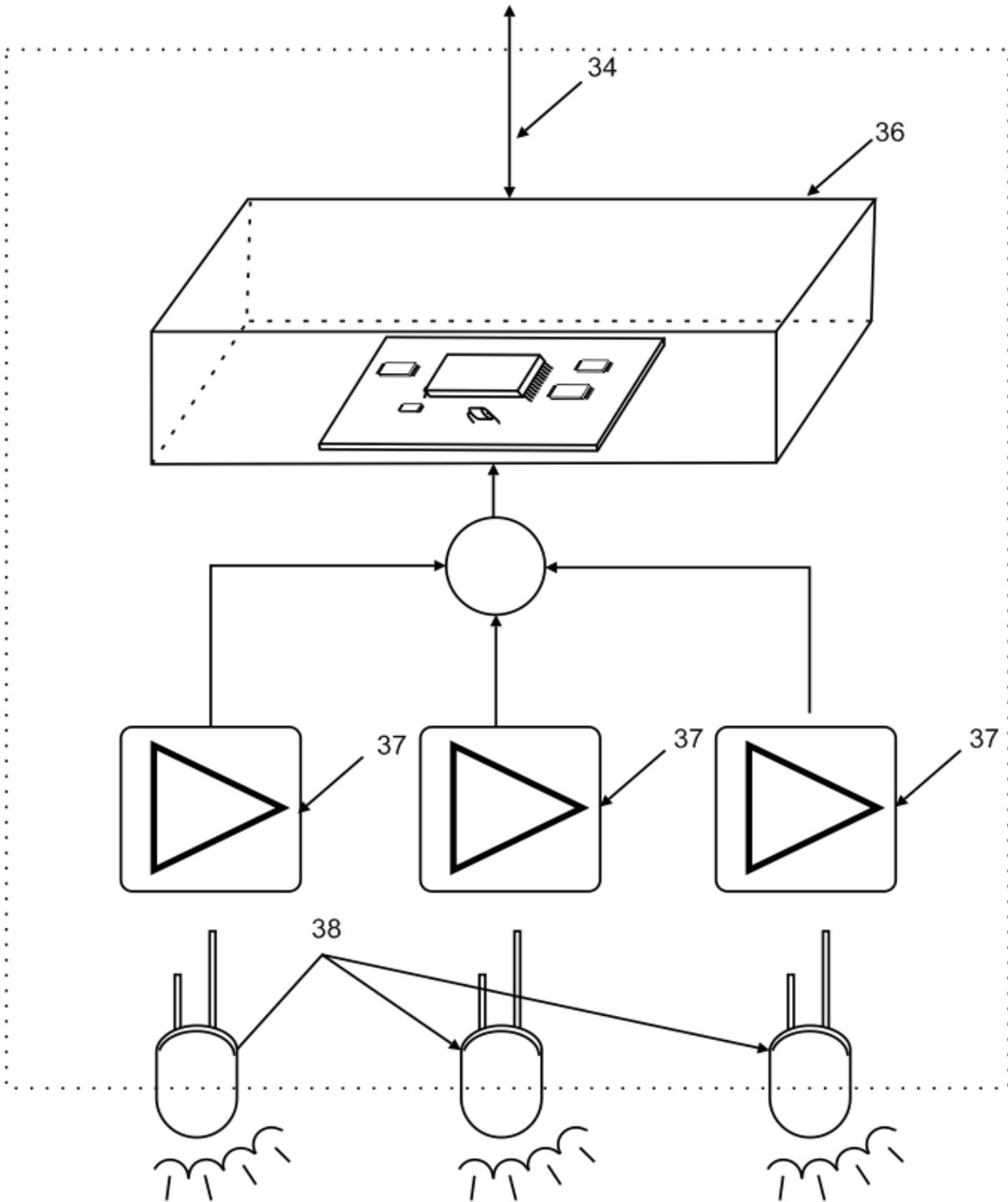


Figura 12

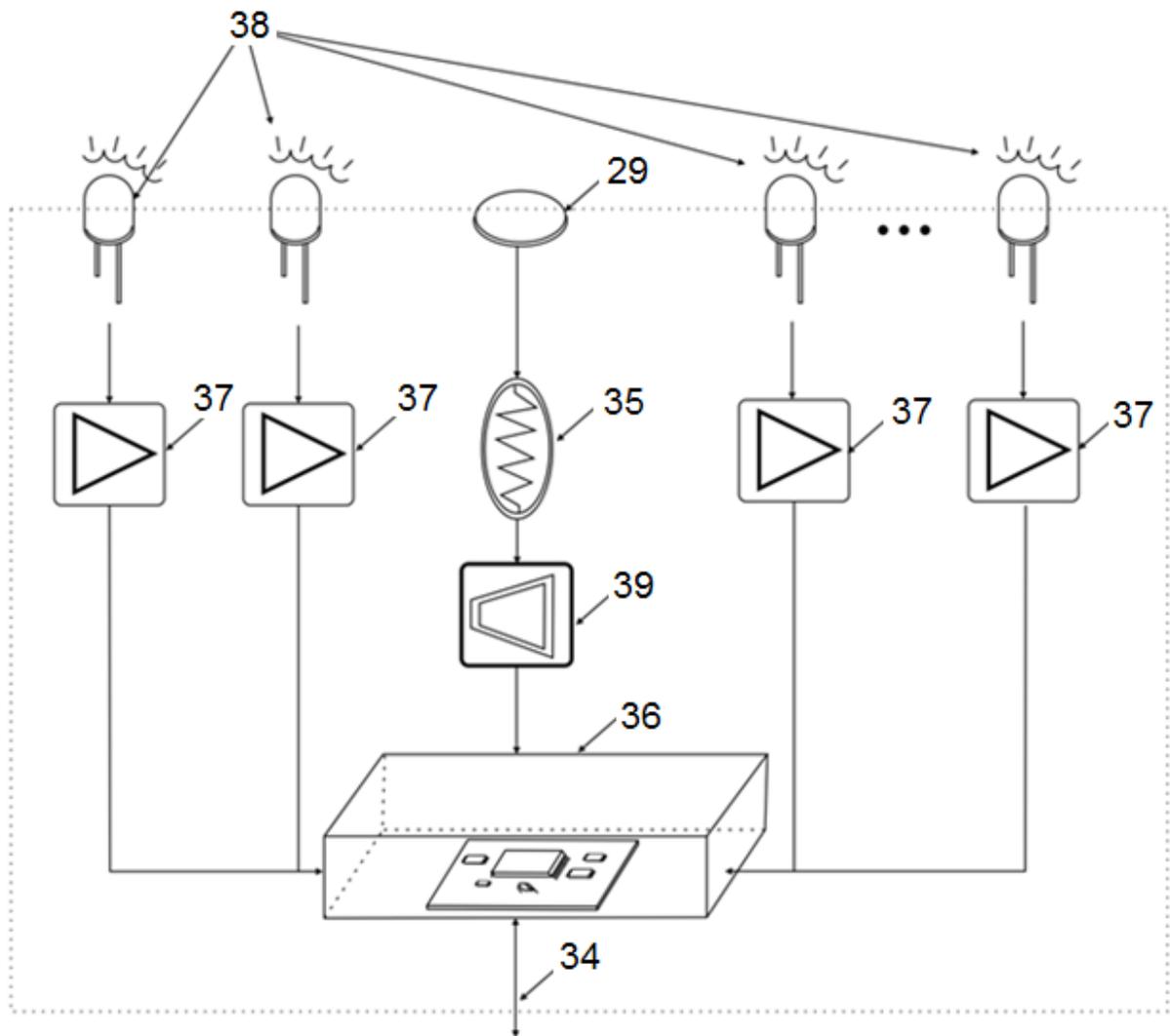


Figura 13

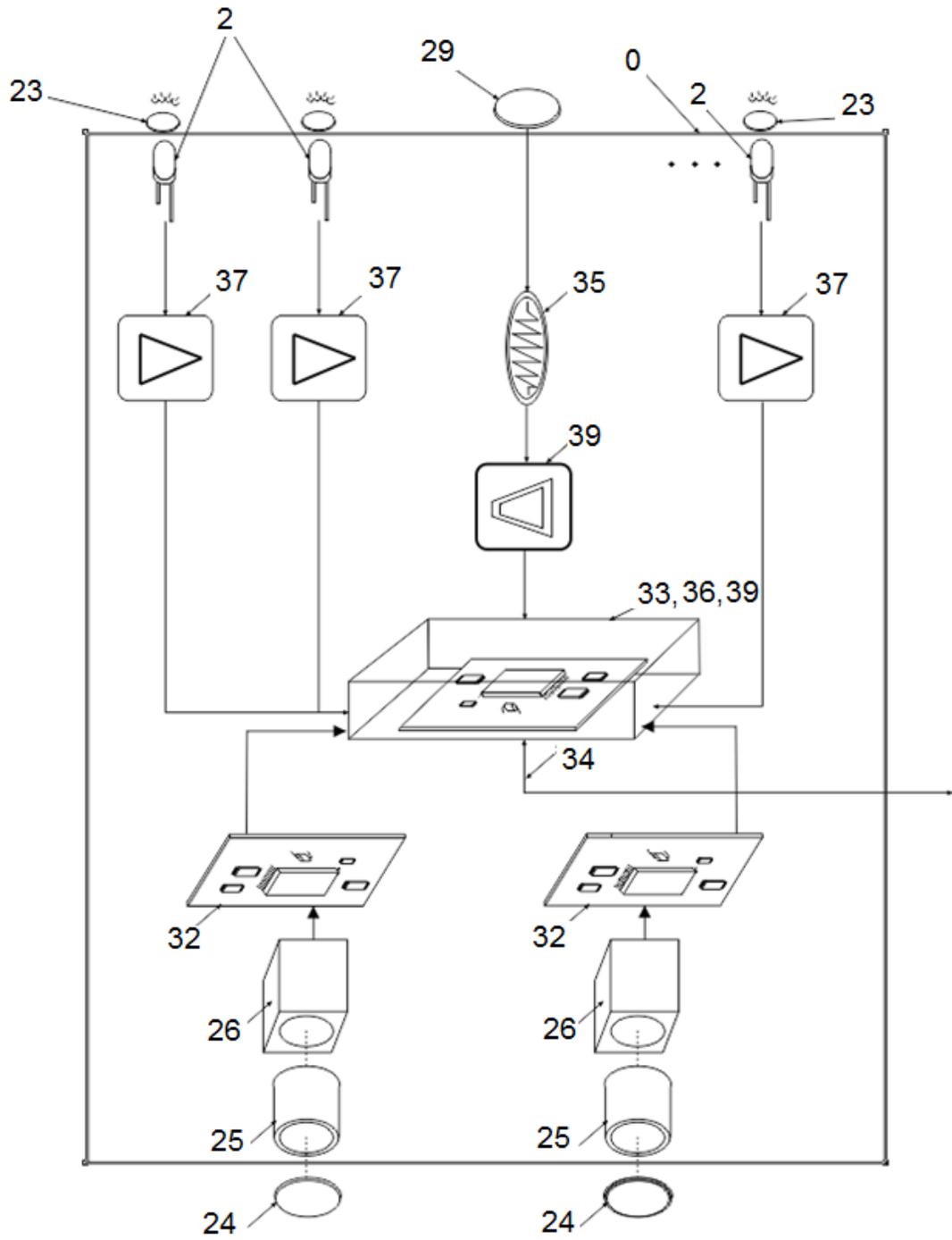


Figura 14



- ②① N.º solicitud: 201531460  
②② Fecha de presentación de la solicitud: 09.10.2015  
③② Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TÉCNICA

⑤① Cl. Int: ver hoja adicional

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑤⑥ Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
Y A	US 5530650 A (BIFERNO et al.) 25/06/1996; columna 5, línea 1 - columna 7, línea 7; columna 9, línea 51 - columna 10, línea 59; figuras 1 - 5, 14.	1, 13 5, 15-16
Y A	US 2003/0205643 A1 (VON THAL et al.) 06/11/2003; párrafos [0020] - [0040]; figuras 1 - 6.	1, 13 7
A	US 6966525 B1 (SCHROEDER) 22/11/2005; todo el documento.	1-2, 5-6, 8-9, 14-16
A	US 2003/0209633 A1 (VON THAL et al.) 13/11/2003; párrafos [0022] - [0032]; figuras 1 - 5.	1, 5, 15-16
A	US 2012/0261516 A1 (GILLILAND et al.) 18/10/2012; párrafos [0019] - [0021], [0041]; figuras 1 - 3, 7.	1, 6, 15-16
A	US 4025193 A (POND et al.) 24/05/1977.	
A	WO 01/02875 A2 (LOCKHEED) 11/01/2001.	
A	EP 2879312 A1 (EADS CONSTRUCCIONES AERONAUTICAS) 03/06/2015.	

Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia  
Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría  
A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita  
P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud  
E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

**El presente informe ha sido realizado**

para todas las reivindicaciones

para las reivindicaciones nº:

Fecha de realización del informe  
16.09.2016

Examinador  
L. J. Dueñas Campo

Página  
1/4

CLASIFICACIÓN OBJETO DE LA SOLICITUD

**G05D1/10** (2006.01)

**B64D39/00** (2006.01)

**G01S17/88** (2006.01)

**G06T7/20** (2006.01)

Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación)

G05D, B64D, G01S, G06T

Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados)

INVENES, EPODOC

Fecha de realización de la opinión escrita: 16.09.2016

#### Declaración

<b>Novedad (art. 6.1 LP 11/1986)</b>	Reivindicaciones 1-16	<b>SÍ</b>
	Reivindicaciones	<b>NO</b>
<b>Actividad inventiva (art. 8.1 LP 11/1986)</b>	Reivindicaciones 2-12, 14-16	<b>SÍ</b>
	Reivindicaciones 1, 13	<b>NO</b>

Se considera que la solicitud cumple con el requisito de aplicación industrial. Este requisito fue evaluado durante la fase de examen formal y técnico de la solicitud (artículo 31.2, ley 11/1986).

#### Base de la opinión.

La presente opinión se ha realizado sobre la base de la solicitud de patente tal y como se publica.

**1. Documentos considerados.**

A continuación se relacionan los documentos pertenecientes al estado de la técnica tomados en consideración para la realización de esta opinión.

Documento	Número de publicación o identificación	Fecha de publicación
D01	US 5530650 A (BIFERNO et al.)	25.06.1996
D02	US 2003/0205643 A1 (VON THAL et al.)	06.11.2003

**2. Declaración motivada según los artículos 29.6 y 29.7 del reglamento de ejecución de la Ley 11/1986, de 20 de marzo, de Patentes sobre la novedad y la actividad inventiva; citas y explicaciones en apoyo de esta declaración**

El documento D01 se considera el estado de la técnica más próximo. Dicho documento, que pertenece al mismo sector técnico, presenta, según se establece en la reivindicación 1 de la solicitud, «un sistema de localización del extremo del boom y del receptáculo de repostaje en una operación de repostaje en pleno vuelo desde un tanquero provisto de un boom y una nave receptora (ver D01: columna 1, líneas 17-21; figura 2), que comprende:

- Unos medios de localización de la posición de la boca de entrada del combustible que está en el interior del receptáculo dispuesto en la nave receptora (ver D01: columna 5, líneas 6-63; especialmente líneas 6-8, que presenta medios de localización del avión receptor, líneas 28-33, que presenta una base de datos con las características dimensionales de los aviones receptores y de sus estructuras de repostaje [elemento 20], y líneas 39-42, 49-55; es de destacar que no se incluye en esta parte de la reivindicación ningún elemento dispuesto en dicha boca de entrada, o su entorno, aspecto que aparece en la reivindicación 2; también decir que, aunque el documento D01 presenta unos medios reflectores 39, no define su localización en el avión receptor) que comprende al menos un subsistema de visión dispuesto sobre el tanquero (ver D01: columna 6, líneas 14-27).
- Unos medios de localización de la posición de la punta del boom (ver D01: columna 5, líneas 6-11, 28-33, 39-42, 49-55), que comprenden unos emisores de luz colocados sobre la punta del boom, en combinación con el subsistema de visión dispuesto sobre el tanquero (esta parte no aparece en D01).
- Unos medios de procesamiento (elementos 22, 26) en los que, a partir de las imágenes obtenidas de los medios de localización, permiten la exacta determinación de sus posiciones e inclinaciones respecto a un sistema de coordenadas común» (ver D01: columna 5, líneas 21-27, que presenta el que los datos de los medios de localización se referencian respecto a un sistema de coordenadas común; líneas 37-42, que presenta la fusión de datos geométricos de los medios de localización y dimensionales de la base de datos; líneas 48-63, que presenta la determinación de posiciones [range, distance] e inclinaciones [orientation]; ver también columna 10, líneas 3-19).

Así, las diferencias en características técnicas entre la reivindicación 1 y el documento D01 están en los emisores de luz colocados sobre la punta del boom en combinación con el subsistema de visión del tanquero. Es de resaltar que en la reivindicación 1 no se hace referencia a emisores de luz en la boca de entrada, ni a otras características técnicas sobre cómo son más detalladamente esos medios de localización de dicha boca de entrada (que se indica en reivindicaciones dependientes). El efecto técnico logrado con las características técnicas diferenciadoras es el de hacer más visible y exacto en su posición al boom; el problema técnico que resolvería esto es el de implementar la localización del boom en todo tipo de condiciones.

El documento D02 pertenece al mismo sector técnico. Dicho documento presenta un sistema de localización o posicionamiento de la punta de la pértiga (y de elementos intermedios de ésta; ver D02: párrafo [0007]) mediante un conjunto de emisores de luz LED situados en la punta de la parte no extensible y extensible de la pértiga (ver párrafo [0024], [0027]; figuras 2A - 3) detectados mediante sendas cámaras situadas en el avión nodriza (ver párrafos [0029] - [0030]) y procesadas por un ordenador (elemento 112; figura 5) para su posicionamiento respecto a un sistema de coordenadas (párrafos [0033], [0040]; figura 5).

Por todo ello, se considera que la combinación de los documentos D01 y D02 puede afectar a la actividad inventiva de la reivindicación 1. Igualmente, la reivindicación dependiente 13 también puede verse obviamente afectada.

En cuanto a la reivindicación independiente 15, ésta presenta el sistema de localización implementado también en la punta del boom y en la nave receptora, para facilitar la aproximación de la nave receptora durante la fase de acercamiento. Esto presenta claramente novedad y actividad inventiva respecto al estado de la técnica. Lo mismo puede decirse en relación a la reivindicación independiente de procedimiento 16.