

(12) SOLICITUD INTERNACIONAL PUBLICADA EN VIRTUD DEL TRATADO DE COOPERACIÓN EN MATERIA DE PATENTES (PCT)

(19) Organización Mundial de la Propiedad  
Intelectual  
Oficina internacional



(10) Número de Publicación Internacional  
**WO 2010/018291 A1**

(43) Fecha de publicación internacional  
18 de febrero de 2010 (18.02.2010)

(51) Clasificación Internacional de Patentes:  
**G03B 15/16** (2006.01) **G01C 11/02** (2006.01)  
**G03B 9/08** (2006.01)

(21) Número de la solicitud internacional:  
PCT/ES2009/070329

(22) Fecha de presentación internacional:  
31 de julio de 2009 (31.07.2009)

(25) Idioma de presentación: español

(26) Idioma de publicación: español

(30) Datos relativos a la prioridad:  
P200802323 4 de agosto de 2008 (04.08.2008) ES

(71) Solicitante (para todos los Estados designados salvo US): **CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS (CSIC)** [ES/ES];  
C/ Serrano 117, E-28006 Madrid (ES).

(72) Inventor; e

(75) Inventor/Solicitante (para US solamente): **TRIGO RODRIGUEZ, Josep M.** [ES/ES]; Instituto De Ciencias Del Espacio (ice), Campus UAB, Fac. Ciències, Torre C5 parell 2., E-08193 Bellaterra (ES).

(74) Mandatario: **PONS ARIÑO, Angel**; Glorieta Ruben Dario 4, E-28010 Madrid (ES).

(81) Estados designados (a menos que se indique otra cosa, para toda clase de protección nacional admisible): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Estados designados (a menos que se indique otra cosa, para toda clase de protección regional admisible): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), euroasiática (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europea (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publicada:

- con informe de búsqueda internacional (Art. 21(3))
- antes de la expiración del plazo para modificar las reivindicaciones y para ser republicada si se reciben modificaciones (Regla 48.2(h))

[Continúa en la página siguiente]

(54) Title: MULTIFREQUENCY AUTOMATIC ROTATIONAL SHUTTER FOR DETERMINING THE VELOCITY OF MOVING LUMINOUS CELESTIAL SOURCES SUCH AS METEORS, FIREBALLS, AIRSHIPS OR SPACE MACHINES

(54) Título: OBTURADOR AUTOMÁTICO DE GIRO MULTIFRECUENCIA PARA DETERMINAR LA VELOCIDAD DE FUENTES CELESTES LUMINOSAS EN MOVIMIENTO, COMO METEOROS, BOLAS DE FUEGO, AERONAVES O INGENIOS ESPACIALES

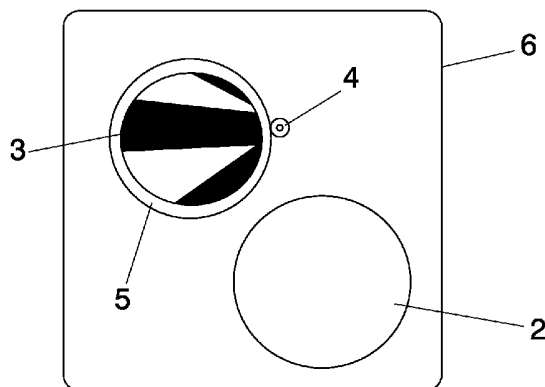


FIG. 1B

(57) Abstract: The present invention consists of an internal device which makes it possible to determine, at any time, the angular velocity of any object visible in the sky from a particular terrestrial location. If images of that very object are taken from two geographical locations which are at a sufficient distance, it will also be possible to determine the trajectory, actual velocity and place at which said object falls to the terrestrial surface. Knowing this last parameter with precision is of great help in finding the remains of meteorites. The main features of this patent are: easy assembly and adaptation to different types of cameras, operating capacity, transportability and reduced production price.

(57) Resumen:

[Continúa en la página siguiente]

WO 2010/018291 A1

---

Obturador automático de giro multifrecuencia para la determinación de la velocidad angular de cualquier objeto visible en la bóveda celeste desde un determinado lugar terrestre. En caso de que se tomen imágenes de ese mismo objeto desde dos lugares geográficos suficientemente distanciados también será posible determinar su trayectoria, velocidad real y lugar de caída sobre la superficie terrestre lo que resulta de gran ayuda para encontrar restos de meteoritos. El objeto de la invención está compuesto por una hélice metálica giratoria que comprende una pluralidad de aspas y que se encuentra dispuesta entre un objetivo y un detector CCD de modo que las aspas bloquean periódicamente las imágenes proyectadas. Dicha hélice se encuentra alojada en una caja metálica que comprende una superficie superior con un primer orificio al que está fijado el objetivo y una superficie inferior con un segundo orificio, enfrentado al primero, al que está fijado el detector CCD.

**OBTURADOR AUTOMÁTICO DE GIRO MULTIFRECUENCIA PARA DETERMINAR LA VELOCIDAD DE FUENTES CELESTES LUMINOSAS EN MOVIMIENTO, COMO METEOROS, BOLAS DE FUEGO, AERONAVES O INGENIOS ESPACIALES.**

5

**SECTOR DE LA TÉCNICA**

La presente invención pertenece al sector de los aparatos, métodos, sistemas o dispositivos técnicos capaces de medir, o estimar, variables físicas (Metrología). Más en particular, esta patente describe un aparato que sirve para determinar en tiempo real, la velocidad y dirección de un cuerpo aéreo u objeto que sea observable desde cualquier punto del hemisferio celeste de un determinado lugar geográfico, ya sea terrestre o marítimo.

15

**ESTADO DE LA TÉCNICA ANTERIOR**

El primer instrumento inventado con el fin exclusivo de obtener una imagen panorámica consistió en una lente óptica objetivo que obtenía imágenes no extensas de un paisaje para luego, mediante un tratamiento informático, ensamblarlas y convertirlas finalmente en la representación gráfica de un amplio sector del campo visible (Poelstra, T.J, "Method and device for producing panoramic image and a method and device for consulting panoramic devices, US Patent 5563650, 1996). Bien se puede decir que este dispositivo era equivalente a un objetivo, de corto angular, que tomaba fotografías sucesivas durante un giro completo de 360°. Unos años después, se registro otra patente de un método capaz de corregir la distorsión entendible e insalvable introducida en cualquier imagen o vista panorámica de un paisaje cuando ésta se proyecta en una superficie plana

20

25

30

(Mojaver M. et al., Panoramic imaging and display system with canonical magnifier" US Patent 6833843, 2004). Lo más novedoso de este trabajo es el particular tratamiento informático de la imagen.

5           Históricamente, el primer sistema empleado en el registro y seguimiento del cielo nocturno es la cámara denominada CONCAM (R.J. Nemiroff y J. B. Raffert, "Towards a continuous record of the sky", PASP 111, página 886, 1999) que idearon los científicos de una universidad norteamericana. También han aparecido en el mercado, después, otros  
10 dispositivos o montajes que siguen los modelos anteriores y están pensados, preferentemente, para detectar masas nubosas (véase por ejemplo, M. J. Kosch, "The Skibotn a CCD All-Sky Imager and real time networking onto the WWW, MPAE-T-010-99-12, Max Plank Institute für Aeronomie, Lindau, Germany, 1999). En este modelo, una complicada  
15 disposición de espejos produce una imagen, casi hemisférica, proyectada sobre un detector de tamaño reducido. Recientemente, se ha presentado en la Oficina Española de Patentes y Marcas (OEPM) la patente registrada con el número 200501127 (Castro Tirado A. J., "Cámara digital nocturna y sus aplicaciones para la observación automática de todo el cielo") a la cual  
20 le han sido concedidos derechos de patente con fecha de 27 de Noviembre de 2007. Esta invención, que ya se utiliza en algunos observatorios astronómicos universitarios y profesionales, sirve para detectar, automáticamente, la aparición de meteoros y bólidos pues permite al técnico, obtener la panorámica del cielo de un lugar geográfico  
25 determinado, en una sola toma de imagen digital y en un tiempo corto. A tal fin dispone de un detector CCD (acrónimo en inglés de Charge Couple Device, o dispositivo de carga acoplada) refrigerado, en el rango óptico del espectro visible, de una relativamente alta superficie de exposición (4096 x 4096 píxeles o elementos de imagen) y eficiencia cuántica por encima del  
30 50%. Una lente de ojo de pez, o gran angular, de alta luminosidad completa el prototipo el cuál es capaz de presentar una imagen del trazo luminoso

dejado por el meteorito. El montaje de esta patente no permite hacer estimaciones de los parámetros físicos del vuelo de caída, es tan sólo un instrumento para avistamiento y observación automática de objetos móviles en el cielo nocturno.

5           Al mismo tiempo y sobre un tema bien distinto al de los instrumentos ópticos captadores de imagen, se presentó un trabajo académico sobre el análisis de los elementos químicos que constituyen los meteoritos que, procedentes del espacio exterior producen brillantes bolas de fuego antes de caer a tierra (J. M. Trigo Rodríguez “Análisis espectroscópico de  
10 fragmentos cometarios y asteroidales a la entrada a la atmósfera terrestre”. Tesis doctoral. Publicaciones de la Universidad de Valencia, 2002). En esta publicación, el autor recomienda a los especialistas en el tema, determinar, a ser posible de inmediato, el lugar de caída de estos cuerpos, testigos de primera mano de los procesos físico-químicos acontecidos durante la  
15 formación de los planetas, para así evitar su contaminación o, lo que sería peor, su pérdida.

La microelectrónica, la óptica y la informática son las tres especialidades técnicas que permiten hacer frente y resolver el problema  
20 científico reseñado en el párrafo anterior. El poder saber con precisión y rapidez suficientes el lugar de caída de estos restos requiere determinar la velocidad con la que surcan la atmósfera, sobre todo en el tramo final de su trayectoria, en el que dejan de emitir luz visible al ser decelerados. En esta fase final que los especialistas denominan “vuelo oscuro”, el meteorito o los  
25 diferentes trozos en los que puede haberse dividido durante su vuelo, avanzan hasta caer al suelo. No es posible estimar el punto o área de caída sin conocer la velocidad terminal exacta de la primera fase luminosa registrada por el dispositivo de observación. Hasta la fecha, no son numerosas las patentes o publicaciones científicas basadas en la  
30 determinación de la velocidad de los objetos registrados.

En esta Memoria de invención se presenta un dispositivo que instalado en cualquier sistema de avistamiento o seguimiento, en general, de objetos volantes, visibles permite determinar la velocidad de caída y que en tándem con un sistema igual, localizado a una cierta distancia, sirve para determinar la trayectoria. El prototipo empleado en la preparación de los ejemplos consignados aquí, fue montado, en un primer ensayo, en la “Cámara digital nocturna” patentada por el Dr. D. Alberto J. Castro-Tirado.

## 10 DESCRIPCIÓN DE LA INVENCIÓN

### BREVE DESCRIPCIÓN DE LA INVENCIÓN

La presente invención consiste en un mecanismo compuesto básicamente por una hélice plana giratoria que interrumpe, con una cierta periodicidad, el haz luminoso que proviene de un objetivo óptico. El movimiento controlado de este obturador se logra merced a un motor de velocidad angular constante y regulable a voluntad, al cual está unido por un eje rotor acoplado a ambas caras internas de la caja o cubierta protectora. El ajuste de la periodicidad de la extinción de la imagen del objeto a observar, y con ayuda de un cálculo inmediatamente posterior a la toma de datos, permite conocer la trayectoria y el lugar de caída del objeto, si es que finalmente cae a tierra.

25

### DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCIÓN

La metodología seguida en esta patente de invención está basada en una concepción generalizada del efecto estroboscópico que permite visualizar, y analizar, cualquier objeto que se mueva, mediante el fraccionamiento del hecho físico (real) del movimiento en una serie de

30

cortos acontecimientos en los cuales, el movimiento queda ausente. En efecto, visto a simple vista por un observador ocasional, si el paso de un meteoro es percibido por él como un punto luminoso, muy brillante, que atraviesa veloz el cielo del lugar, lo que esta técnica nos hace ver en una pantalla, finalmente, es una imagen, estática, en la cual el trazo dejado por el cuerpo aparece y desaparece periódicamente.

Un cálculo informático sobre la imagen digital permite conocer la velocidad instantánea del meteoro, a partir de esa sucesión de “segmentos de trayectoria visualizados durante las no extinciones” y en función de cuáles sean los parámetros de diseño, y de giro, del obturador elegidos por su operador.

Las figuras 1a (sección lateral) y 1b (sección recta vista desde arriba) presentan, de manera general, el obturador multifrecuencia inventado. La figura 2, igualmente, describe con detalle la hélice plana giratoria (3) que extingue, periódicamente, la imagen proyectada por la lente, o las lentes, objetivo gran angular (1). Una caja metálica (6), figuras 1a y 1b, cuadrangular, hueca y plana, guarda la pieza más esencial del dispositivo que es una hélice (3) metálica, plana y giratoria (Figura 2) que en su movimiento efectúa las extinciones de la imagen proyectada por el objetivo (1) en el detector CCD (7). La forma y dimensiones de la caja (6), o cubierta protectora, pueden variar según el tipo de objetivo óptico (1) y detector (7) al que se desea acoplar el obturador. La hélice plana (3) es una lámina metálica cortada de acuerdo con la forma especificada en la figura 2. Es importante hacer constar que en la hélice (3), el número de aspas, y la velocidad angular de giro, o lo que viene a ser lo mismo, el número de extinciones de la imagen por unidad de tiempo, pueden variar, esta vez, en función del grado de precisión del cálculo a llevar a cabo para determinar la trayectoria del objeto en movimiento. El espesor de la lámina metálica es de 2 milímetros, para asegurar la ausencia de deformaciones. La construcción

y posterior calibración de la hélice (3) recomienda que el número de aspas sea 6 ó 12. También, es necesario un ajuste angular preciso de las aspas. El tallado de los bordes de la hélice (3) debe ser perfectamente radial y simétrico respecto del eje de giro (centro de la figura) y, al final, todos ellos  
5 queden perfectamente pulidos con la ayuda, por ejemplo, de un método espectroscópico de comprobación de superficies. Como tales aspas son las responsables de fraccionar la imagen, su disposición en ángulos equidistantes entre sí, ha de ser muy precisa. Esto ha de ser así, porque defectos, tanto en el acabado de los bordes, cómo irregularidades en la  
10 disposición de las aspas de la hélice (3) son el origen de errores de cálculo indeseados.

La antes mencionada caja metálica rectangular (6) tiene en sus partes superior e inferior dos vaciados circulares donde se han soldado eléctricamente los correspondientes anillos de unión roscada de la lente  
15 objetivo gran angular (1) y detector CCD (7) (Figura 1a). A su vez, la hélice (3) es movida por un motor eléctrico de pasos (2) a través de un eje a rodamientos insertado en las paredes internas superior e inferior de la caja (6). El motor de pasos (2), integrado en la caja (6, Figuras 1a y 1b), acciona la hélice plana (3) por medio de una rueda dentada que, por simplicidad, no  
20 aparece en las figuras.

Finalmente, el obturador se ha de montar perfectamente alineado con el eje óptico de la lente o sistema óptico objetivo (1) (o sistema, o aparato óptico de observación, cualesquiera pueda ser este), y con el  
25 detector CCD (7) tal y como se muestra en la figura 1a. Precisamente, la figura 3 muestra el aspecto del dispositivo inventado antes de realizar este montaje. A través de un circuito electrónico externo se podrá controlar la velocidad angular de giro del obturador. Dependiendo del objetivo del estudio seleccionaremos una mayor o menor velocidad angular de giro del  
30 sistema rotor para obtener el número de obturaciones/segundo deseadas. En el prototipo construido se ha empleado un motor "paso a paso" (2) que



funciona con un voltaje de 12 Voltios de corriente continua. La velocidad angular del motor (2), se encuentra en el rango de 1 a 10 rpm. Dicho número de revoluciones se controla con un diodo rectificador dotado de un cristal piezoeléctrico cuya piezoelectricidad mantiene constante la velocidad de giro. El obturación multifrecuencia así diseñado es capaz de proporcionar al usuario un amplio rango de velocidades de giro que pueden ser aplicadas para observar sistemáticamente y de modo automático, aeronaves, meteoros y bólidos, o fuentes luminosas en movimiento que pasen por el campo celeste abarcado por la lente objetivo (1). Nótese, también, que la velocidad angular del motor "paso a paso" (2) y el número de aspas en la hélice (3) permiten analizar el movimiento de objetos que se desplacen a velocidades de valores numéricos muy diferentes.

El obturador multifrecuencia presentado permite observar sistemáticamente el movimiento de aeronaves u otras fuentes luminosas en movimiento que pasen por el campo abarcado por la cámara CCD (7) tanto a pleno sol del día, cómo por la noche. No se excluye la interposición de un filtro neutro atenuador entre obturador (1) y detector CCD (7). Para las pruebas de campo que consistieron en la monitorización durante un tiempo largo, del movimiento de aeronaves, satélites artificiales o meteoros desde al menos dos estaciones terrestres se empleó la cámara que permite ver todo el cielo de un lugar, patentada por el Dr. A. J. Castro Tirado (citada en el apartado del Estado de la Técnica Anterior). Las imágenes digitales obtenidas por aplicación de este obturador resultaron perfectamente nítidas y carentes de viñeteo (véanse, por ejemplo, las figuras 4 y 5).

Las principales aplicaciones de esta invención son:

- 1) En experimentos de laboratorio, para monitorizar el rápido movimiento de objetos en el campo cubierto por la cámara CCD a la que se aplique el obturador de giro multifrecuencia.

- 2) En el campo científico para determinar la velocidad de meteoros o bolas de fuego.
- 3) En el campo militar, este dispositivo puede ser útil en el contexto de monitorizar de manera continua el movimiento y la velocidad de aeronaves o satélites.

## EJEMPLOS DE APLICACIÓN DE LA INVENCION

10 Aunque el obturador descrito anteriormente se montó en la cámara hemisférica patentada por Alberto Javier Castro Tirado, con el fin de demostrar su aplicabilidad práctica en dos casos reales, la presente invención es aplicable a cualquier tipo de cámara, instrumento óptico o detector.

15

### **EJEMPLO 1. DETERMINACIÓN DE LA POSICIÓN Y VELOCIDAD DE UN SATÉLITE ARTIFICIAL**

Este ejemplo muestra la aplicación del prototipo de esta patente al caso particular de la determinación de la velocidad de un satélite artificial. Estos cuerpos son vistos a simple vista, al atardecer y al amanecer, cuando su cuerpo es iluminado por el Sol. En especial, este ejemplo se ha elegido por ser una muestra del funcionamiento del obturador multifrecuencia incluso en los casos extremos en que el objeto se encuentra a cientos de kilómetros de las estaciones de registro. Aquí se estudia el caso correspondiente a un satélite artificial situado a unos 1.000 kilómetros de altitud y observado por dos distintas estaciones dotadas ambas de cámaras CCD (7) que lo registraron el 15 de julio de 2007 a las 3h12m22s TUC (Tiempo Universal Coordinado)(véase la Figura 4). La estación #1 se encontraba en la provincia de Gerona (concretamente, en las coordenadas,

$\lambda$ : 357.48°  $\varphi$ : +41.72° Alt.: 300 m) y la estación #2 en Barcelona ( $\lambda$ : 357.68°  $\varphi$ : +41.94° Alt.: 567 m).

El procedimiento de reducción y cálculo se describe aquí de manera muy sucinta. Primero se mide en coordenadas cartesianas la posición de las estrellas del campo y de la trayectoria del satélite. Posteriormente, conocidas las coordenadas ecuatoriales de las estrellas se determina las coordenadas de la trayectoria del objeto en la bóveda celeste desde las dos estaciones (Trigo-Rodríguez, obra citada, 2002). A partir de ahí se determinan los planos que contienen cada estación y la trayectoria del satélite. La intersección de ambos planos permitirá determinar la trayectoria y altura sobre la superficie terrestre del ingenio espacial. De ese modo se determinaron las coordenadas geográficas y la altura del satélite. Al orbitar a una altura de unos 900 kilómetros podemos identificar que se trata de un satélite de órbita baja, conocidos generalmente por el acrónimo inglés *LEOs*. Además los segmentos en que aparece dividida la trayectoria del satélite (Fig. 4b) permiten estimar una velocidad media de  $8.0 \pm 0.5$  km/seg. Los datos obtenidos se consignan en la Tabla 1.

Tabla 1. Trayectoria del satélite del ejemplo #1 medida desde ambas estaciones. Nótese que la razón por la que las coordenadas iniciales de inicio y fin del satélite desde ambas estaciones no coinciden dado que la estación #2 registró un tramo más débil al ser el sistema más sensible.

25

30

Coordenadas geográficas			Coordenadas ecuatoriales		
Estación	$\lambda$ (°)	$\varphi$ (°)	Altura (km)	$\alpha$ (°)	$\delta$ (°)
<b>#1</b>					
Inicio	351.10±0.04	39.81±0.03	872	21.912	+21.824
		N			
Fin	351.46±0.04	39.58±0.03	861	20.558	+19.934
		N			
<b>Estación #2</b>	$\lambda$ (°)	$\varphi$ (°)	Altura (km)	$\alpha$ (°)	$\delta$ (°)
Inicio	350.55±0.04	40.15±0.03	905	23.954	+23.076
		N			
Fin	351.70±0.04	39.43±0.03	850	19.863	+17.178
		N			

El ejemplo descrito muestra un caso en que el satélite artificial  
5 aparece en una geometría muy alejada y relativamente desfavorable. Aún  
así el sistema puede determinar la velocidad del objeto aunque con una  
imprecisión relativamente elevada dada la distancia a la que se contempla  
el objeto. En otras ocasiones las aeronaves pueden pasar a distancias  
mucho más próximas de la estación de registro de manera que la precisión  
10 de la trayectoria y velocidad estimadas aumenta significativamente. Una  
imagen de un satélite sobrevolando la estación en la que la obturación es  
mucho más nítida aparece en la Fig. 5.

## **EJEMPLO 2. DETERMINACIÓN DE LA POSICIÓN Y VELOCIDAD DE UNA BOLA DE FUEGO**

Desde las mismas estaciones que en el ejemplo anterior y con  
5 idéntico montaje instrumental se registró el paso por el cielo de una bola de  
fuego tan luminosa como el planeta Venus el 14 de julio de 2007 a las  
2h29m11s TUC (Figura 6). La altura estimada del fenómeno luminoso  
(Tabla 2) indica que la detección corresponde a la entrada de un  
10 meteoróide en la atmósfera de la Tierra. La razón es que los meteoros se  
producen a alturas mucho menores (típicamente entre 120 y 70 km) que las  
de los satélites artificiales. Para corroborar esta sospecha la velocidad  
media de la partícula fue de 50 km/s lo que indica claramente que se trata  
de un cuerpo interplanetario pues es una velocidad mucho mayor que la de  
escape del campo gravitatorio terrestre.

15

El procedimiento de reducción astrométrica es exactamente igual al  
caso anterior. Primero se obtiene la posición del objeto en base a la  
posición en coordenadas ecuatoriales de las estrellas (Fig. 6c). Conocida la  
posición y la distancia entre las estaciones se determinan dos planos que  
20 contienen al bólido visto desde ambas estaciones. La intersección de  
ambos planos permitirá definir la trayectoria real del bólido en la atmósfera  
(Fig. 6d) y su órbita en el Sistema Solar si la velocidad es determinada (Fig.  
6e). El método de cálculo y las ecuaciones a resolver aparecen detalladas  
en (Trigo Rodríguez, 2002). Del número de segmentos generados por el  
25 obturador (Fig. 6a) se determinará la velocidad de la partícula a lo largo de  
la trayectoria. Conocida la velocidad de la partícula a su entrada en la  
atmósfera, el punto radiante de procedencia en la bóveda celeste (Fig. 6c) y  
la trayectoria seguida (Fig. 6d) podrá determinarse la órbita heliocéntrica  
que seguía en el Sistema Solar (Fig. 6e).

30

5 Tabla 2. Trayectoria de la bola de fuego descrita en el ejemplo #2 medida desde ambas estaciones. Nótese que la razón por la que las coordenadas iniciales de inicio y fin no coinciden es debido a que la estación #2 registró un tramo más débil al poseer mayor sensibilidad.

Estación #	Coordenadas geográficas			Coordenadas ecuatoriales		
	$\lambda$ (°)	$\varphi$ (°)	Altura (km)	$\alpha$ (°)	$\delta$ (°)	
Estación #1	Inicio	356.492±0.003	42.028±0.002	107.6±0.1	27.338	+44.075
			N			
Fin		356.682±0.003	42.036±0.002	86.0±0.1	30.604	+46.962
			N			
Estación #2	Inicio	356.539±0.003	42.030±0.002	102.1±0.1	23.954	+23.076
			N			
Fin		356.729±0.002	42.038±0.002	80.6±0.1	19.863	+17.178
			N			

10

## DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LAS FIGURAS Y FOTOGRAFÍAS

Figuras 1a y 1b. Esquema general del obturador interno. Las dimensiones pueden ser variables en función del instrumento y del sistema óptico al que se desee acoplar. 1a) Vista lateral del montaje del obturador. 1b) Vista cenital. Se distinguen las siguientes partes: 1) Objetivo, 2) Motor paso a paso, 3) aspa, 4) Eje rotor, 5) Rosca del objetivo, 6) Carcasa externa, 7) Detector CCD

20 Figura 2. Esquema general de la hélice interna (3) que genera las obturaciones. Nótese que en el modelo con 6 aspas la amplitud angular ( $\beta$ )

entre aspas es de  $30^\circ$ . Las dimensiones de las aspas y el diámetro de la hélice (3) son variables en función del instrumento. En el prototipo mostrado en la Fig. 3 el diámetro  $d$  de la hélice (3) era de 15 cm. y la longitud  $a$  de cada aspa de 6.5 cm.

5

Figura 3. Vista cenital del prototipo de obturador construido para esta invención. Detalle de los componentes:

1. Objetivo
2. Motor paso a paso.
- 10 3. Hélice de seis aspas ubicada internamente. Las caras de las aspas han sido pulidas y medidas con un sistema estroboscópico para conseguir un ajuste exacto en el intervalo de corte entre cada aspa.(en DD, arriba)
4. Eje motor
- 15 5. Rosca de adaptación al objetivo.
6. Carcasa metálica contenedora.
7. Detector CCD
8. Cable de alimentación del motor paso a paso.
9. Cableado de control de la velocidad de giro.

20

Figura 4. Satélite descrito en el ejemplo #1. a) Parte de la imagen de todo el cielo tomada desde la estación 1. b) Ampliación de la ventana mostrada en el recuadro de a) donde aparece el rastro luminoso dejado por el satélite. c) Imagen tomada desde la estación #2. d) Reconstrucción de la trayectoria vista desde ambas estaciones en donde se aprecia la paralaje del satélite vista desde ambas estaciones. Teniendo en cuenta la geometría particular se puede determinar la distancia y altura del satélite sobre la superficie terrestre (Tabla 1).

25

30

Figura 5. Parte de una imagen de todo el cielo en la que se aprecia el trazo de la Estación Espacial Internacional (ISS) sobrevolando la estación #1. Al

observarse próxima a la estación su trazo resulta más luminoso y la obturación del sistema es bien visible. La ISS sobrevoló la estación #1 el 7 de noviembre de 2007 poco antes de la salida del Sol. El punto luminoso en la parte inferior izquierda es el planeta Venus.

5

Figura 6. Imágenes de la bola de fuego descrita en el segundo ejemplo. Una pequeña ventana indica la posición del bólido en las imágenes CCD. a) Imagen del bólido visto desde la estación #1. b) Imagen desde la estación #2. c) Trayectoria del bólido desde ambas estaciones donde aparecen las principales constelaciones. Una vez realizada la astrometría de las imágenes la prolongación hacia atrás permite la determinación del punto radiante. d) Determinación de la trayectoria atmosférica y de su proyección en el suelo. e) Órbita heliocéntrica de la partícula. Se indican las órbitas de los planetas interiores y la posición de la Tierra en el momento de interceptar esta partícula interplanetaria.

10  
15



## REIVINDICACIONES

1. Un obturador automático de giro multifrecuencia para determinar la velocidad de fuentes celestes luminosas en movimiento, como meteoros, 5 bolas de fuego, aeronaves o ingenios espaciales, y que permite su identificación, caracterizado porque comprende:
- un objetivo (1) que proyecta imágenes sobre un detector CCD (7);
  - una hélice metálica (3) giratoria que comprende una pluralidad de 10 aspas, que está dispuesta entre el objetivo (1) y el detector CCD (7) de modo que las aspas bloquean periódicamente las imágenes proyectadas por el objetivo (1) sobre el detector CCD (7); y
  - una caja metálica (6) que aloja la hélice metálica (3), que comprende una superficie superior con un primer orificio al que está fijado el objetivo (1) y una superficie inferior con un segundo orificio, enfrentado al 15 primero, al que está fijado el detector CCD (7).
2. El obturador automático de la reivindicación 1, donde la hélice metálica (3) comprende 6 ó 12 aspas.
- 20 3. El obturador automático de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde el espesor de la hélice metálica (3) es de 2 milímetros.
4. El obturador automático de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde la caja metálica (6) tiene forma cuadrangular plana. 25
5. El obturador automático de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde la hélice metálica (3) es movida por un motor eléctrico “paso a paso” (2).
- 30 6. El obturador automático de cualquiera de la reivindicación 5, donde la velocidad del motor eléctrico “paso a paso” (2) es de entre 1 y 10 rpm.

1/5

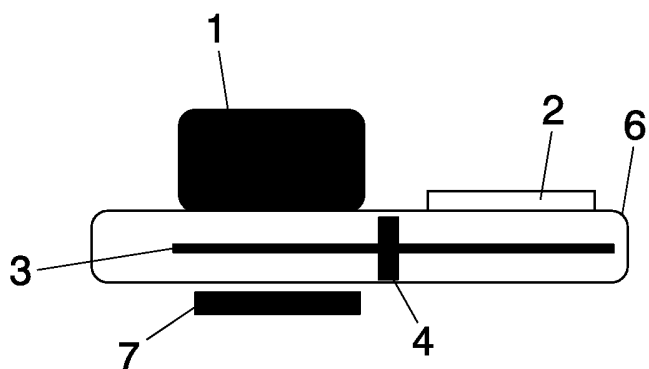


FIG. 1A

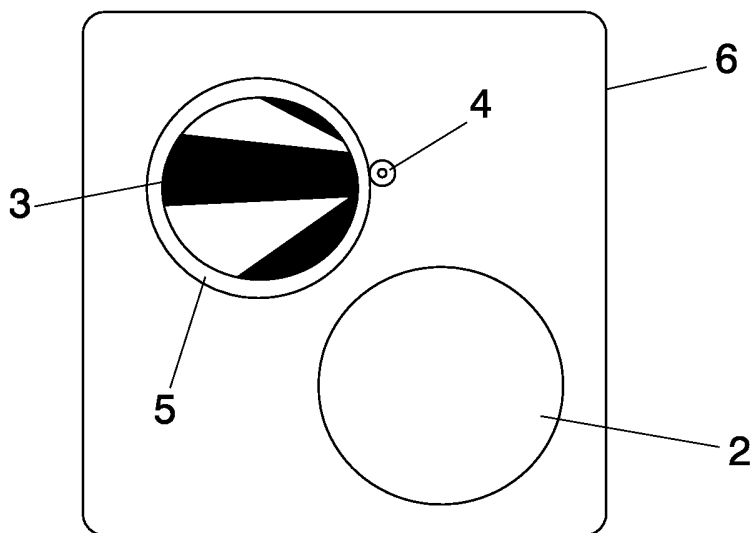


FIG. 1B

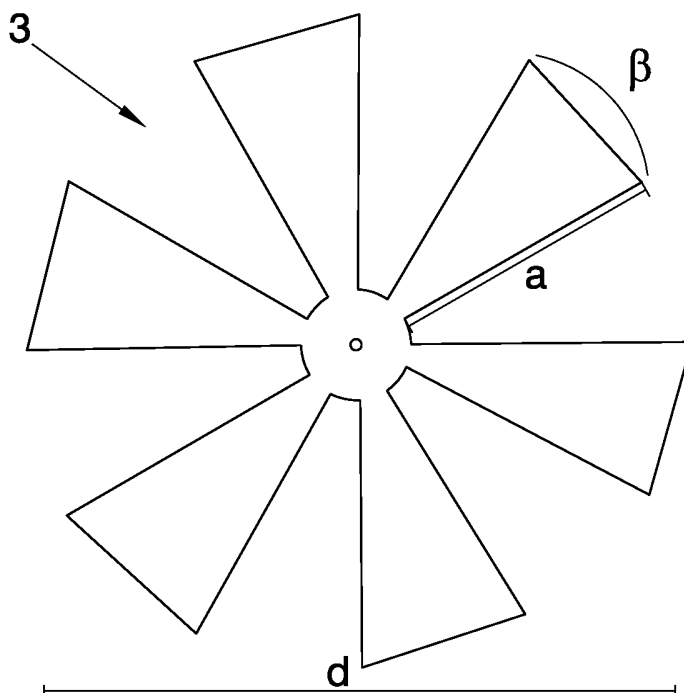


FIG. 2

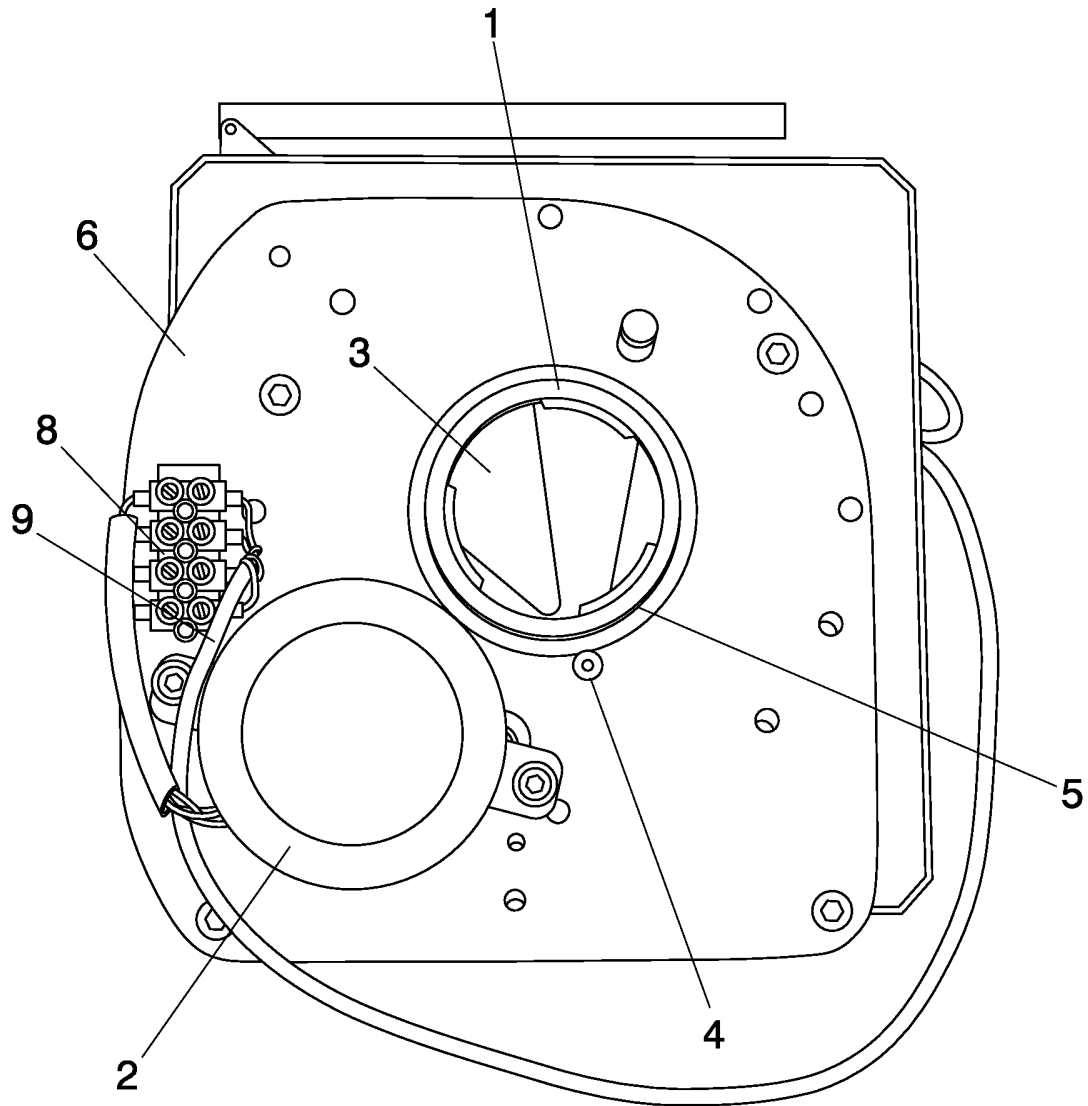


FIG. 3

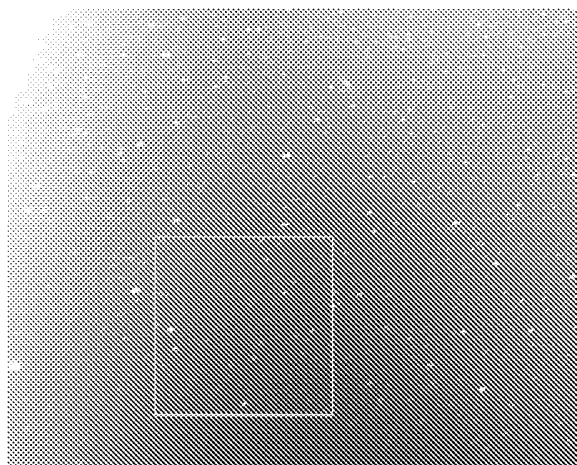


FIG. 4A

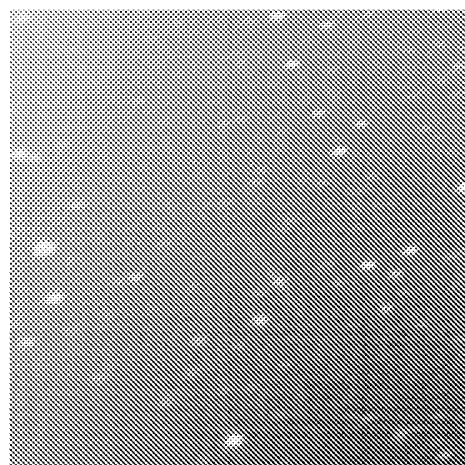


FIG. 4B

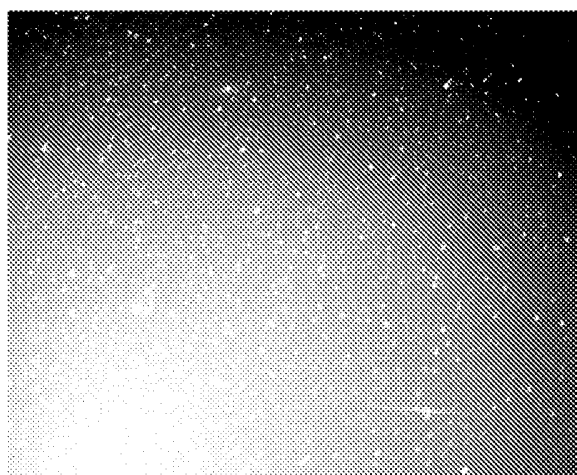


FIG. 4C

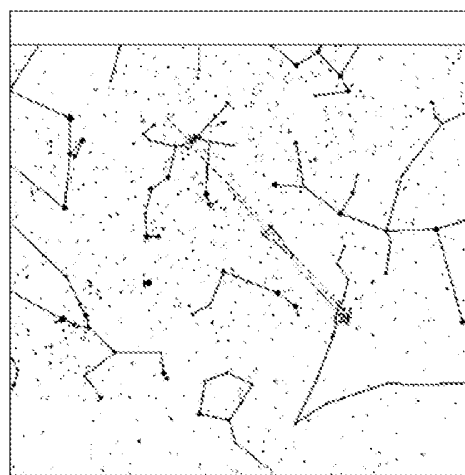


FIG. 4D

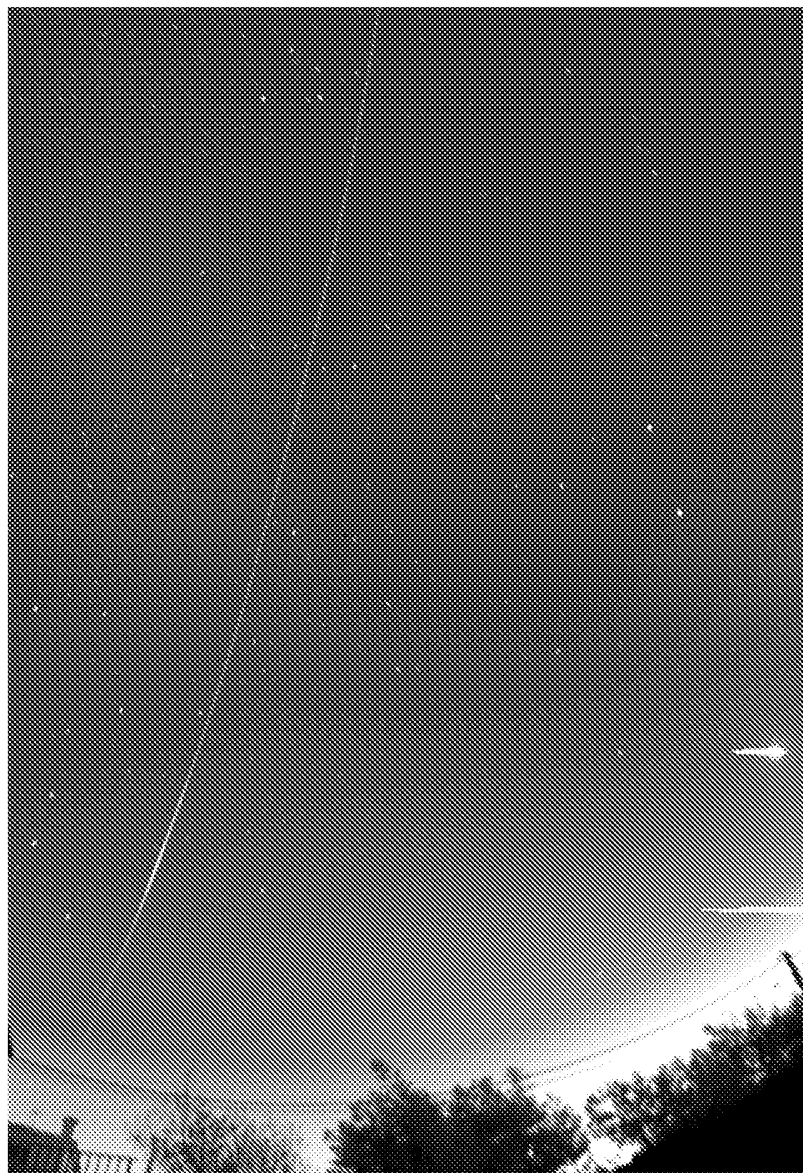


FIG. 5

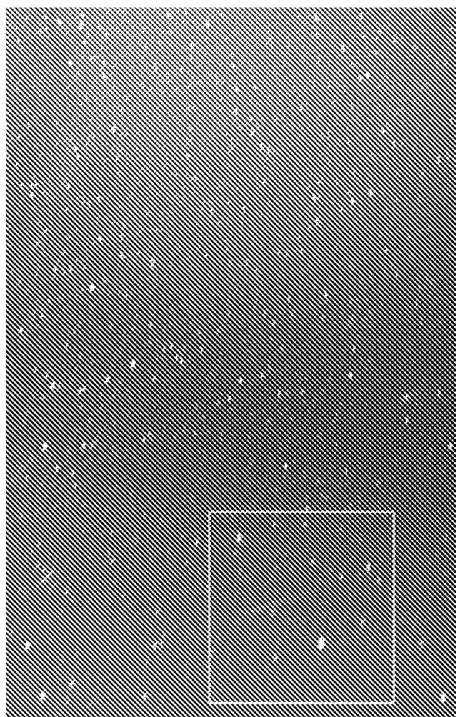


FIG. 6A

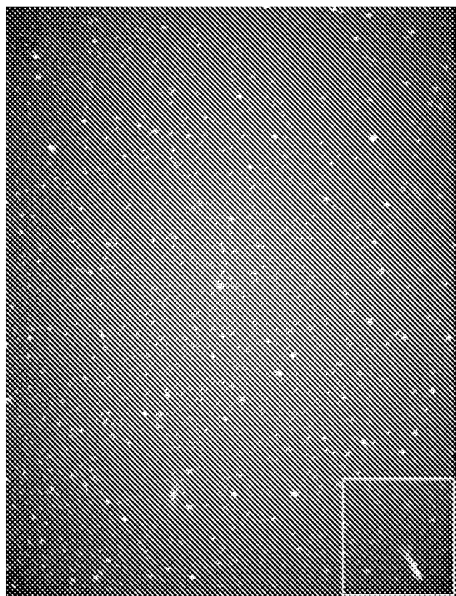


FIG. 6B

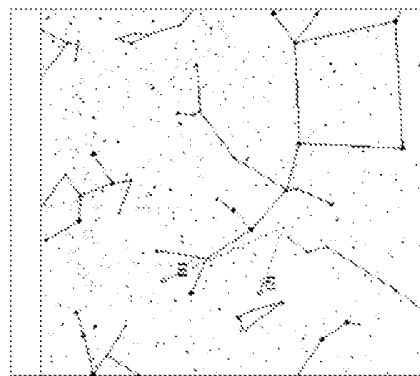


FIG. 6C

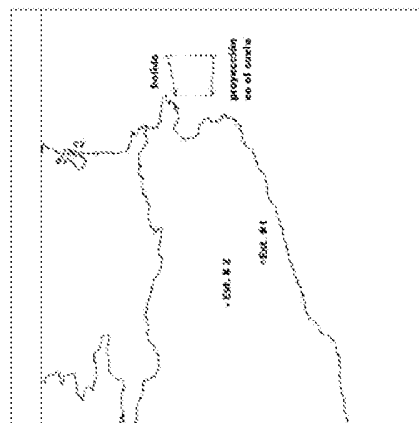


FIG. 6D

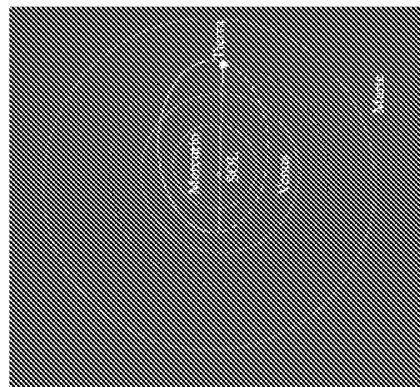


FIG. 6E

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.  
PCT/ ES 2009/070329

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

see extra sheet

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G03B+, G01C+

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

INVENES,EPODOC, WPI

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 4616911 A (ZETH et al.) 14.10.1986, page 1, paragraphs [1,2] page 3, lines 38-46; page 1, lines 60-65;	1-6
Y	GB 246845 A (JULES GIGUET) 01.07.1926, page 1, paragraphs [2-4];	1-6
A	ES 2265273 A1 (CONSEJO SUPERIOR INVET CIENTIF ; INSTO NAC DE TECNICA AEROSPACI) 01.02.2007, the whole document.	1-6

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance.

“E” earlier document but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure use, exhibition, or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

01 December 2009 (01.12.2009)

Date of mailing of the international search report

(11/12/2009)

Name and mailing address of the ISA/  
O.E.P.M.

Paseo de la Castellana, 75 28071 Madrid, España.  
Facsimile No. 34 91 3495304

Authorized officer

D. Cavia del Olmo

Telephone No. +34 91 349 84 88

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No.

PCT/ ES 2009/070329

Patent document cited in the search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 4616911 A	14.10.1986	DD 225515 A DE 3513958 AC	31.07.1985 19.12.1985 19.12.1985
-----	-----	-----	-----
GB 246845 A	01.07.1926	NONE	-----
-----	-----	-----	-----
ES 2265273 A	01.02.2007	WO 2006120279 A	16.11.2006
-----	-----	-----	-----



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/ ES 2009/070329

## CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

**G03B 15/16** (2006.01)

G03B 9/08 (2006.01)

G01C 11/02 (2006.01)

# INFORME DE BÚSQUEDA INTERNACIONAL

Solicitud internacional N°  
PCT/ ES 2009/070329

## A. CLASIFICACIÓN DEL OBJETO DE LA SOLICITUD

Ver hoja adicional

De acuerdo con la Clasificación Internacional de Patentes (CIP) o según la clasificación nacional y CIP.

## B. SECTORES COMPRENDIDOS POR LA BÚSQUEDA

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

G03B+, G01C+

Otra documentación consultada, además de la documentación mínima, en la medida en que tales documentos formen parte de los sectores comprendidos por la búsqueda

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

INVENES, EPODOC, WPI

## C. DOCUMENTOS CONSIDERADOS RELEVANTES

Categoría*	Documentos citados, con indicación, si procede, de las partes relevantes	Relevante para las reivindicaciones N°
Y	US 4616911 A (ZETH et al.) 14.10.1986, página 1, párrafos [1,2] página 3, líneas 38-46; página 1, líneas 60-65;	1-6
Y	GB 246845 A (JULES GIGUET) 01.07.1926, página 1, párrafos [2-4];	1-6
A	ES 2265273 A1 (CONSEJO SUPERIOR INVET CIENTIF ; INSTO NAC DE TECNICA AEROSPACI) 01.02.2007, todo el documento.	1-6

En la continuación del Recuadro C se relacionan otros documentos  Los documentos de familias de patentes se indican en el Anexo

<p>* Categorías especiales de documentos citados:</p> <p>“A” documento que define el estado general de la técnica no considerado como particularmente relevante.</p> <p>“E” solicitud de patente o patente anterior pero publicada en la fecha de presentación internacional o en fecha posterior.</p> <p>“L” documento que puede plantear dudas sobre una reivindicación de prioridad o que se cita para determinar la fecha de publicación de otra cita o por una razón especial (como la indicada).</p> <p>“O” documento que se refiere a una divulgación oral, a una utilización, a una exposición o a cualquier otro medio.</p> <p>“P” documento publicado antes de la fecha de presentación internacional pero con posterioridad a la fecha de prioridad reivindicada.</p>	<p>“T” documento ulterior publicado con posterioridad a la fecha de presentación internacional o de prioridad que no pertenece al estado de la técnica pertinente pero que se cita por permitir la comprensión del principio o teoría que constituye la base de la invención.</p> <p>“X” documento particularmente relevante; la invención reivindicada no puede considerarse nueva o que implique una actividad inventiva por referencia al documento aisladamente considerado.</p> <p>“Y” documento particularmente relevante; la invención reivindicada no puede considerarse que implique una actividad inventiva cuando el documento se asocia a otro u otros documentos de la misma naturaleza, cuya combinación resulta evidente para un experto en la materia.</p> <p>“&amp;” documento que forma parte de la misma familia de patentes.</p>
--	--

Fecha en que se ha concluido efectivamente la búsqueda internacional.

01 Diciembre 2009 (01.12.2009)

Fecha de expedición del informe de búsqueda internacional

**11-DICIEMBRE-2009 (11/12/2009)**

Nombre y dirección postal de la Administración encargada de la búsqueda internacional O.E.P.M.

Paseo de la Castellana, 75 28071 Madrid, España.  
N° de fax 34 91 3495304

Funcionario autorizado

D. Cavia del Olmo

N° de teléfono +34 91 349 84 88

# INFORME DE BÚSQUEDA INTERNACIONAL

Información relativa a miembros de familias de patentes

Solicitud internacional N°

PCT/ES 2009/070329

Documento de patente citado en el informe de búsqueda	Fecha de Publicación	Miembro(s) de la familia de patentes	Fecha de Publicación
US 4616911 A	14.10.1986	DD 225515 A DE 3513958 AC	31.07.1985 19.12.1985 19.12.1985
-----	-----	-----	-----
GB 246845 A	01.07.1926	NINGUNO	-----
-----	-----	-----	-----
ES 2265273 A	01.02.2007	WO 2006120279 A	16.11.2006
-----	-----	-----	-----

CLASIFICACIÓN DEL OBJETO DE LA SOLICITUD

**G03B 15/16** (2006.01)

**G03B 9/08** (2006.01)

**G01C 11/02** (2006.01)