

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

(19) Organización Mundial de la Propiedad  
Intelectual  
Oficina internacional



(43) Fecha de publicación internacional  
3 de Mayo de 2007 (03.05.2007)

PCT

(10) Número de Publicación Internacional  
**WO 2007/048868 A1**

- (51) **Clasificación Internacional de Patentes:**  
*GOIN 21/01* (2006.01)
- (21) **Número de la solicitud internacional:**  
PCT/ES2006/070161
- (22) **Fecha de presentación internacional:**  
27 de Octubre de 2006 (27.10.2006)
- (25) **Idioma de presentación:** español
- (26) **Idioma de publicación:** español
- (30) **Datos relativos a la prioridad:**  
P200502620 27 de Octubre de 2005 (27.10.2005) ES
- (71) **Solicitantes (para todos los Estados designados sah'o US):** **CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS** [ES/ES], C/ Serrano, 117, E-28006

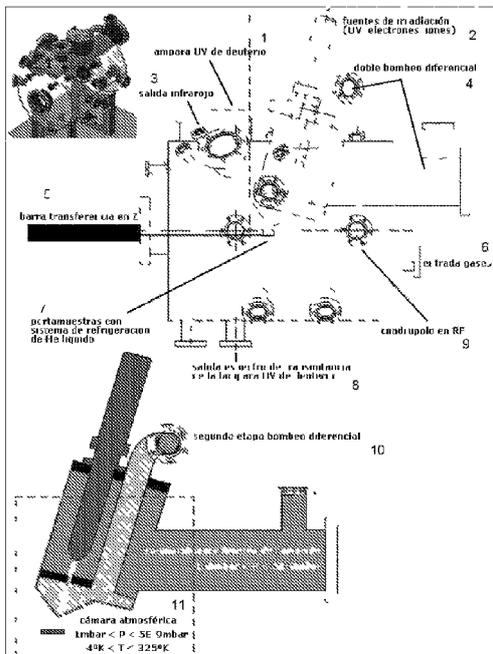
Madrid (ES). **INSTO. NACIONAL DE TÉCNICA AEROSPACIAL** [ES/ES], Centro de Astrobiología (CSIC/INTA), Insto. Nacional de Técnica Aeroespacial, Ctra de Torrejón a Ajalvir, km 4, E-28850 Torrejón de Ardoz (Madrid) (ES).

- (72) **Inventores; e**
- (75) **Inventores/Solicitantes (para US solamente):** **MARTÍN GAGO, José Ángel** [ES/ES], Insto. de Ciencia de Materiales de Madrid, Consejo Superior de Investigaciones Científicas, CSIC. Campus de Cantoblanco, E-28049 Madrid (ES). **GÓMEZ ELVIRA, Javier** [ES/ES], Centro de Astrobiología (CSIC/INTA), Insto. Nacional de Técnica Aeroespacial, Ctra de Torrejón a Ajalvir, km 4, E-28850 Torrejón de Ardoz (Madrid) (ES). **MATEO MARTI, Eva** [ES/ES], Centro de Astrobiología (CSIC/INTA), Insto.

[Continúa en la página siguiente]

(54) **Title:** MACHINE FOR THE CONTROLLED REPRODUCTION OF THE PRESSURE, TEMPERATURE AND IRRADIATION CONDITIONS OF PLANETARY ATMOSPHERES OR TERRESTRIAL ENVIRONMENTS AND METHOD OF USING SAID MACHINE

(54) **Título:** MÁQUINA, Y MÉTODO DE UTILIZACIÓN, PARA REPRODUCIR DE FORMA CONTROLADA LAS CONDICIONES DE PRESIÓN, TEMPERATURA E IRRADIACIÓN DE AMBIENTES SUPERFICIALES O ATMÓSFERAS PLANETARIAS



- 1 DEUTERIUM UV LAMP  
2 IRRADIATION SOURCES (UV ELECTRONS IONS)  
3 INFRARED OUTLET  
4 DOUBLE DIFFERENTIAL PUMPING  
5 Z TRANSFER BAR  
6 GAS INLET  
7 SAMPLE HOLDER WITH HE LIQUID REFRIGERATION SYSTEM  
8 TRANSMITTANCE SPECTRUM OUTLET OF DEUTERIUM UV LAMP  
9 RF QUADRUPOLE  
10 SECOND DIFFERENTIAL PUMPING STAGE  
11 ATMOSPHERIC CHAMBER

(57) **Abstract:** The invention relates to a machine or closed environment in which selected closely-controlled and verifiable environmental conditions (partial pressure of each gaseous component and temperature) can be reproduced and in which a determined study sample can be irradiated. The inventive installation can be used to reproduce different chemical and/or biochemical reactions which take place on the earth's surface, in outer space, in the atmospheres of the different planets of the solar system or in other real or virtual environments. The invention relates to the current interest in obtaining a deeper knowledge of our gaseous environment and conserving same. The invention is suitable for use in the following sectors: aeronautics, astronautics, geology, environment, materials science and catalysis.

(57) **Resumen:** Se presenta una máquina, o entorno cerrado, en cuyo interior, se pueden reproducir condiciones ambientales escogidas (presión parcial de cada componente gaseoso y temperatura) muy bien controladas y verificables y donde también irradiar una determinada muestra en estudio. En esta instalación se pueden reproducir las diversas reacciones químicas y/o bioquímicas que tienen lugar en la superficie terrestre, en el espacio externo, en las atmósferas de los distintos planetas del Sistema Solar o en otros entornos ambientales ya sean reales o imaginados. El interés actual por el conocimiento profundo y conservación de nuestro medio ambiente gaseoso es el objeto de esta invención. Los previstos sectores de aplicación, son aeronáutico, astronáutico, geológico, medio ambiental, ciencia de los materiales y catálisis.

WO 2007/048868 A1



Nacional de Técnica Aeroespacial, Ctra de Torrejón a Ajalvir, km 4, E-28850 Torrejón de Ardoz (Madrid) (ES). **PRIETO BALLESTEROS, Olga** [ES/ES]; Centro de Astrobiología (CSIC/INTA), Insto. Nacional de Técnica Aeroespacial, Ctra de Torrejón a Ajalvir, km 4, E-28850 Torrejón de Ardoz (Madrid) (ES). **SOBRADO VALLECILLO, Jesús Manuel** [ES/ES]; Centro de Astrobiología (CSIC/INTA), Insto. Nacional de Técnica Aeroespacial, Ctra de Torrejón a Ajalvir, km 4, E-28850 Torrejón de Ardoz (Madrid) (ES).

- (81) **Estados designados** (*a menos que se indique otra cosa, para toda clase de protección nacional admisible*): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, 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, LV, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, 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, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Publicada:**

- con informe de búsqueda internacional
- antes de la expiración del plazo para modificar las reivindicaciones y para ser republicada si se reciben modificaciones

Para códigos de dos letras y otras abreviaturas, véase la sección "Guidance Notes on Codes and Abbreviations" que aparece al principio de cada número regular de la Gaceta del PCT.

**TÍTULO**

**MÁQUINA, Y MÉTODO DE UTILIZACIÓN, PARA REPRODUCIR DE FORMA CONTROLADA LAS CONDICIONES DE PRESIÓN, TEMPERATURA E IRRADIACIÓN DE AMBIENTES SUPERFICIALES O ATMÓSFERAS PLANETARIAS.**

**SECTOR DE LA INVENCIÓN**

Esta invención concierne, en un primer aspecto, a una máquina, en cuyo interior se reproducen condiciones ambientales escogidas (presión parcial de cada componente gaseoso y temperatura) muy bien controladas y verificables, donde irradiar una determinada muestra en estudio y así repetir en un laboratorio las diversas reacciones químicas y/o bio-químicas que tienen lugar en el espacio externo, en las atmósferas de los distintos planetas del Sistema Solar o en otros entornos ya sean reales o ficticios. Esta invención pretende, por su versatilidad conceptual y, sobre todo, por estar constituida por tecnologías y equipamiento actual, simular ambientes muy distintos; tanto, podría ser, el del planeta Tierra como algún otro de una composición química atmosférica radicalmente diferente y también, finalmente, las condiciones existentes en el medio interplanetario. Los previstos sectores de esta invención son: aeronáutico, geológico, astrobiológico, medio ambiental y de la ciencia de los materiales. Igualmente, esta patente también tiene aplicación directa como instalación de medida y control en laboratorios o empresas de fabricación de catalizadores con implicaciones medioambientales.

**ESTADO DE LA TÉCNICA**

El interés de nuestra Sociedad por la conservación y protección de la capa gaseosa que envuelve nuestro planeta ha sido, por fortuna, una realidad desde hace ya muchos años. Recientemente, las Naciones Unidas han plasmado este interés en el Protocolo de Kyoto que es el primer planteamiento mundial para poner un límite a la emisión de los gases responsables del cambio climático, gases que son producidos por actividades industriales y humanas (antropogénicas). Siguiendo esta corriente de opinión, las más importantes compañías del sector industrial ligado a la producción de energía eléctrica y, sobre todo, a las compañías fabricantes de combustibles utilizados en el transporte de superficie y la aviación, han comenzado proyectos de investigación que abarcan un temario muy extenso el cuál va desde las labores para tratar de encontrar catalizadores

## 2

con los que eliminar, reducir o, al menos, no aumentar, la producción incontrolada de los gases contaminantes y de los denominados de "efecto invernadero", como a estudios de reacciones entre compuestos en la fase gaseosa (química atmosférica). Citemos en este punto los trabajos que se han venido haciendo para eliminar de los productos finales de la combustión, el ion sulfúrico, responsables de la denominada "lluvia acida".

Citemos aquí también los trabajos de científicos e investigadores que con el objetivo de ampliar conocimientos básicos han fijado su atención en las atmósferas de cuerpos planetarios, (Marte, principalmente por su actualidad, Europa, y Tritón, satélites de Júpiter y Neptuno, respectivamente). Nos estamos refiriendo en concreto al fructífero, e interesante, campo de la planetología donde todo nuestro conocimiento actual se debe tan sólo a los datos recogidos durante las aproximaciones de sondas no tripuladas a Marte como: Mariner, Viking, Mars pathfinder, y al sistema solar exterior como: Voyager y Galileo. El aporte al conocimiento fundamental extraído de estos proyectos es verdaderamente ingente y espectacular, aunque, en este caso, la toma de datos por medio de ingenios automáticos tan solo permite a los investigadores tener una visión pasiva o de conjunto de la atmósfera en cuestión, dado que no les es posible realizar experimentos debidamente programados por ellos. Por esta razón, en el momento presente, se impone un cambio hacia una estrategia menos pasiva y, por ello, recientemente, diversas agencias oficiales (la NASA "Nacional Aeronautic Space Administration" y la ESA "European Space Agency"), han empezado a desarrollar proyectos de investigación en los cuales se empieza a percibir el empleo de cámaras o recintos controlados en donde simular atmósferas o ambientes para experimentar en química atmosférica y bioquímica, así como también, ensayar nuevos materiales sometidos a condiciones extremas de presión y temperatura.

A pesar de todo lo que venimos diciendo, no existen, a fecha de hoy, en las base de datos o bibliotecas, patentes que describan cámaras o recintos donde simular ambientes planetarios. Todo lo más, algunas Universidades y centros oficiales de investigación han puesto en marcha proyectos con sencillas cámaras de simulación que por lo general están pensadas, y realizadas, para un muy determinado ambiente planetario. Casi todas están concebidas, en general, para el estudio o tratamiento de aspectos muy determinados y parciales de la química atmosférica en condiciones de presión y temperatura limitados.

## 3

Tan sólo merecería citarse aquí el proyecto ANDROMEDA de la universidad de Arkansas (USA) en el cual se está comenzando a hacer algunos experimentos de astrobiología simulando la atmósfera marciana.

5 Presentamos esta patente de invención con los dos objetivos antes descritos, a) experimentación en el laboratorio de reacciones químicas en la interfase superficie sólida-gas bajo las condiciones de presión, temperatura e irradiación similares a las que encontramos en un cuerpo planetario o en el espacio, y, b) estudio o recreación de las condiciones de composición, presión y temperatura e irradiación en que se encuentran las  
10 actuales atmósferas planetarias.

**DESCRIPCIÓN DE LA INVENCIÓN****BREVE DESCRIPCIÓN DE LA INVENCIÓN**

La máquina de simulación de atmósferas planetarias que presentamos ha sido  
15 concebida para permitir a los operadores de manera flexible y versátil: (a) reproducir las condiciones de presión y temperatura de atmósferas planetarias, (b) someter a la muestra en estudio a diferentes tipos de irradiaciones, y (c) caracterizar mediante espectroscopia de Infrarrojo (IR) y Ultravioleta (UV) los diferentes cambios químicos que se originen como consecuencia de la atmósfera, irradiación y de la temperatura. Presenta ciertas  
20 características buscadas teniendo en cuenta los objetivos científicos (reacciones catalíticas, observaciones biológicas) y atmósferas que se quieren simular. Como aportación fundamental tiene un porta-muestras que puede albergar un cultivo biológico sencillo (bacterias) o una muestra sólida como una zeolita. El rango de presión conseguido en la cámara abarca valores comprendidos entre  $10^{-9}$  mbar (simulación de las  
25 atmósferas planetarias) a 1 atmósfera (química ambiental terrestre). Este extenso rango de presión, son 12 órdenes de magnitud, se logra haciendo pequeños cambios, previstos en el diseño que a continuación describiremos (juntas de unión y ventanas de observación), manteniendo la disposición general de la máquina. La composición atmosférica deseada por el experimentador es producida por la mezcla de gases que se elija en cada  
30 experimento particular: La temperatura en la muestra es escogida, a priori, para cada reacción en tratamiento y puede fijarse en el rango entre 4-325 K. Para el estudio en condiciones lo más reales que nos sea posible, hemos incorporado en la instalación diversas fuentes de radiaciones que incluyen UV, electrones e iones (de gases nobles).

## 4

Para el debido control de constantes medio-ambientales se dispone de un espectrómetro de masas, un diodo de silicio y manómetros de presión, así como para la medida de parámetros definidos en el análisis químico se contará con las técnicas *in situ* de espectroscopia infrarroja (IR) y de Ultravioleta (UV) o otras cualquiera que la tecnología de medida nos pueda proporcionar en el futuro.

Así, la máquina se controla por el experimentador, en todo momento, de manera precisa y computerizada, tanto en las presiones parciales de cada gas componente de la atmósfera en estudio, como la temperatura de la muestra que estemos estudiando. Además nos permitirá de forma flexible irradiar la muestra en estudio con radiación ultravioleta o un haz de iones o electrones, de hasta 5 KeV, así como realizar análisis *in-situ*, de manera a seguir los cambios químicos y estructurales producidos sobre la muestra en estudio en estas condiciones.

Dicho de modo esquemático, las especificaciones técnicas que hacen de esta máquina una herramienta única en el mercado, son las siguientes:

- La presión parcial de cada gas en la atmósfera puede controlarse de manera independiente desde 1000 a  $5 \times 10^{-9}$  mbar, es decir, en 12 ordenes de magnitud.
- La temperatura puede oscilar entre 4 y 325 K.
- La composición gaseosa esta monitorizada mediante un analizador de gas residual que permite una precisión aproximada de ppm (partes por millón).
- Tiene un porta muestras extraíble a voluntad que admite muestras desde 5 a 35 milímetros de diámetro y 10 milímetros de espesor. En caso de muestra en polvo, el tamaño de grano debe ser superior a 3  $\mu\text{m}$ .
- Una vez que la muestra está en las condiciones de presión y temperatura prefijadas puede irradiarse con distintas fuentes. Como ejemplo hemos diseñado fuentes de iones y electrones de hasta de 5 KV, radiación ultravioleta de lámpara de Deuterio (200-400 nanometros) y de iones (longitud de onda fija- =20 nanometros) de diferentes gases nobles.
- La muestra se caracteriza y controla, in-situ, mediante espectroscopia IR y de UV.

## 5

Bien entendido que en los experimentos realizados bajo condiciones llamémoslas "terrestres", ('alta' presión atmosférica, 'alta' temperatura) sólo nos será posible utilizar la fuente de radiación ultravioleta mediante lámpara de deuterio, inutilizando las demás.

5 Mediante esta instalación podemos llevar a cabo experimentos en diversos campos de la química, geología y de la biología, como son:

- 1) Cambios de composición atmosférica bajo condiciones controladas.
  - 2) Cambios de fase cristalina y resistencia de materiales y minerales.
  - 3) Crecimientos o disminución de colonias bacterianas sometidas a radiación y/o
- 10 condiciones medio ambientales diversas.

**DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION**

La máquina prototipo presentada en esta invención está compuesta por los siguientes elementos o partes diferenciadas:

- 15 a) Cámara de vacío para realización de procesos (cámara atmosférica o principal)
- b) Sistema de generación, de baja presión (vacío), según aplicación y medida de este parámetro.
- c) Unidad de introducción de muestras (manipulador o trasladador) y criostato.
- 20 d) Fuentes de descarga, para irradiación de muestras.
- e) Fuente de deuterio.
- f) Sistema de análisis de gases.
- g) Sistema de entrada de gases.

25 a) Cámara de vacío para realización de procesos o cámara principal. Está fabricada en acero inoxidable, totalmente limpia y desgasificada, para alcanzar una presión  $< 5 \times 10^{-9}$  milibar. Posee en su contorno las correspondientes camisas calefactoras para desgasificación previa del recinto interior. Las dimensiones son: 50 centímetros de largo y 40 centímetros de diámetro (véase las figuras 1, 2, 3 y 4).

30

## 6

b) Sistema generación de vacío, según aplicación y medida de este parámetro.

Para poder conseguir las condiciones de ultra alto vacío requeridas ( $<10^{-8}$  milibar) y considerando el volumen de la cámara, es necesario emplear un grupo de bombeo turbomolecular-drag de alta capacidad de bombeo.

5

El sistema de generación de baja presión vacío (véase figura 5) se compone de:

- Bomba turbo-molecular, con una capacidad de bombeo de 920 l/s
- Unidad de control de la bomba turbo-molecular, con posibilidad de regulación de la velocidad de giro.
- 10 ▪ Bomba rotativa de doble etapa, con una capacidad de bombeo de 35 m<sup>3</sup>/h.
- Válvula de guillotina motorizada, con regulación de conductancia, que permite estrangular la válvula para trabajar a  $10^{-2}$  mbar.
- La medición de vacío en la cámara se realiza con un sensor combinado Pirani-Penning, con rango de medida desde  $1000-5 \times 10^{-9}$  mbar.

15

Según los objetivos apuntados en líneas precedentes, se ha tenido que superar ciertas dificultades técnicas. El más importante obstáculo, es conseguir una instalación capaz de operar, con los necesarios cambios mínimos, a presiones variables en un rango de 12 ordenes de magnitud, permitiendo el estudio de la atmósfera de satélites que casi no la poseen (Europa), el de planetas con atmósfera de baja densidad (Marte) y llegar hasta el caso terrestre.

20

Algunas bridas se han dejado vacías (sin instrumentación, ciegas) para futuros desarrollos. El método para simular una atmósfera en particular es el siguiente: los gases deseados se mezclan en un tubo de acero (manifold) hasta la proporción requerida, controlado mediante flujómetros individuales para cada gas. La composición gaseosa (presión parcial de gas) es monitorizada constantemente mediante un espectrómetro analizador de gas residual, el cual fija la presión parcial deseada de cada gas utilizando el correspondiente flujómetro. La temperatura de la muestra es regulada con un sistema de enfriamiento mediante helio líquido que está conectado al soporte del portamuestras. Diferentes fuentes de irradiación pueden ser usadas en presiones típicas en el rango de Marte (rango de unos pocos mbar) para ello es necesario utilizar un sistema de bombeo diferencial, el cual asegura las condiciones correctas de funcionamiento de la fuente de

25

30

## 7

irradiación. La presión parcial de vapor de agua puede ser calibrada y regulada. Esta pequeña presión parcial de vapor de agua podría ser importante para la mayoría de los procesos biológicos. La presión parcial de cada uno de los gases en el sistema experimental puede ser independientemente controlada y modificada en un rango de 9  
5 ordenes de magnitud, rango desde 8 milibar hasta  $5 \times 10^{-9}$  milibar. Por consiguiente, el porcentaje de cada gas en la atmósfera simulada es continuamente monitorizado para seguir posibles procesos de condensación o desorción. Para alcanzar condiciones de altas presiones una válvula motorizada por pasos, controla la apertura de la bomba turbomolecular de la campana principal.

10

c) Unidad de introducción de muestras (manipulador o trasladador) y criostato.

Se consideran en este apartado tres partes bien diferenciadas: criostato de helio líquido, manipulador y porta-muestras con sensor de temperatura.

15

El criostato de Helio líquido, nos permite enfriar el porta-muestras para llegar a las temperaturas de los diferentes ambientes a simular, desde 325K a 4K. El paso de introducción o trasvase del helio líquido desde el Dewar (figura 6) al manipulador de muestras, se realiza a través de una barra de transferencia que está aislada térmicamente para reducir al máximo la evaporación del Helio. Dentro del criostato se coloca una  
20 resistencia de 50 Ohmios, que a través del controlador de temperatura nos permite alcanzar la temperatura programada. Para la medida de temperatura en el circuito del Helio líquido, hay un diodo de silicio, que se toma como referencia para realizar los ajustes necesarios que permitan alcanzar la temperatura requerida en el porta-muestras.

25

En las condiciones de presión de 0,01 milibar existen fenómenos de conducción y radiación térmica. Para amortiguar estos efectos se coloca en las proximidades del porta-muestras un protector de radiación (radiation shield) como se muestra en la figura 7.

30

El manipulador de muestras o barra de transferencia tiene adaptadas dos bridas DN 40 CF, sobre una pieza soporte, y en la posición intermedia acoplado un tubo flexible (ver figura 8). El comprimir/expandir este flexible hace que el porta-muestras se pueda desplazar en el interior de la cámara una distancia de 150 milímetros en dirección

## 8

horizontal. Esto nos permite colocar la muestra para ser irradiada en el eje de la fuente de deuterio o en el orificio de las fuentes de descarga.

El porta-muestras, construido en cobre con tratamiento especial para garantizar máxima conducción térmica, tiene acoplado un diodo de silicio para la medida de la temperatura (ver figura 9 y 10). Este porta-muestras viene preparado con una rosca especial para garantizar el mejor contacto posible con el crisol, y evitar de esta forma gradientes de temperatura. Se han preparado tres clases de crisoles que permiten trabajar con distintos tipos de muestras (crisol 1 con 38 mm diámetro y 4 mm profundidad, crisol 10 2 con 8 milímetros de diámetro y 2 milímetros de profundidad, crisol 3 dimensiones similares a crisol 1 pero con un orificio en el centro que permite hacer medidas en modo de transmitancia).

d) Fuentes de descarga, para irradiación de muestras

La fuente de descarga ultravioleta y los cañones de iones y electrones requieren una presión  $< 5 \times 10^{-6}$  milibar para poder funcionar. En el caso de presiones iguales a 0,01 milibar, ha sido necesario preparar un sistema con doble bombeo diferencial que nos permita alcanzar, en la cámara donde adaptamos estas fuentes, presiones entre  $5 \times 10^{-6}$ -  $10^{-8}$  milibar. Un esquema de la cámara de bombeo diferencial se muestra en la figura 11.

20

En la primera cámara, el bombeo diferencial se realiza con la bomba turbomolecular 2, con una capacidad de bombeo de 60 litros/segundo y una bomba rotativa 2 de doble etapa, con una capacidad de aspiración de 2,5 m<sup>3</sup>/hora.

25 En la segunda cámara, donde se adaptan las fuentes de descarga, se hace vacío con otra bomba turbo-molecular 3, con una capacidad de bombeo de 210 litros/segundo y una bomba rotativa de doble etapa 3, con una capacidad de 5 m<sup>3</sup>/h. La medida de vacío se realiza con un sensor combinado Pirani/Penning.

30 El vacío diferencial entre esta segunda cámara y la anterior se consigue a través de un orificio de 2 milímetros, que puede ser intercambiable por otro de mayor (4 mm.) o menor diámetro (0.5 mm.).

Las fuentes de descarga acopladas a la cámara de bombeo diferencial (o irradiación) son las siguientes: cañón de electrones, cañón de iones y fuente Ultravioleta de descarga.

Uno de los retos técnicos resueltos en esta invención es el uso de fuentes de irradiación en simulación de atmósferas a presiones elevadas. Para poder usar fuentes de irradiación que requieren el encendido de un filamento para irradiar, la presión debe ser del orden de  $10^{-6}$  milibar. Para planetas con una presión total del orden de  $10^{-2}$  milibar, como Tritón, en principio es imposible estudiar los cambios en la superficie debidos a la irradiación usando este tipo de instrumentación. En principio, a esta presión ni el cañón de electrones ni el de iones podrían ser encendidos. Este problema ha sido solucionado en este sistema de trabajo mediante el diseño de un sistema de bombeo diferencial en dos etapas. Primero, la cámara atmosférica (o campana principal) esta separada del compartimiento donde se ubican las fuentes de irradiación mediante un orificio de salida de 2 milímetros de diámetro. El diseño del sistema de bombeo es mostrado en las figuras 11 y 12. Entre el compartimiento de la fuente y la cámara atmosférica (campana principal) existe una segunda etapa de bombeo, donde la apertura variable del orificio controla la presión parcial en el compartimiento de irradiación. Cuanto menor sea el diámetro del orificio de entrada, mejor será la presión en la cámara de irradiación, haciendo posible el estudio del fenómeno de irradiación en planetas con alta presión (en la cámara principal o atmosférica). Además, orificios de diámetro pequeño también reducen (minimizan) el área irradiada. El orificio de entrada puede ser cambiado, desatornillando un pequeño disco de cobre de la brida del compartimiento de las fuentes de irradiación. Nosotros hemos usado discos con 3 diámetros diferentes por ejemplo: 0.5, 2 y 4 milímetros. Hemos estimado, y experimentalmente confirmado, que a una presión de  $10^{-2}$  milibar en la cámara atmosférica, usando un orificio de entrada de 2 mm. obtenemos una presión total de  $10^{-6}$  milibar en el compartimiento de las fuentes. Hemos estimado que la presión más alta (en cámara principal) que nos permite irradiar es aproximadamente de 1 milibar. Las fuentes de irradiación están diseñadas para obtener la distancia focal en el orificio (apertura) de entrada, de esta manera la mayoría de la radiación puede pasar a través de la configuración de doble salida (con dos orificios). Para irradiar la muestra mediante alguna de estas técnicas, movemos (trasladamos) la muestra mediante una traslación linear, colocándola en el orificio de salida. Una limitación es que el área irradiada es algo mayor que los 2 mm. de diámetro del orificio. Para irradiar

planetas con presiones totales menores que  $10^{-6}$  milibar, no es necesario el uso del disco de cobre en el orificio de entrada, y por tanto el disco de cobre puede ser desatornillado y quitado para ganar eficiencia.

5 e) Fuente de Deuterio (radiación ultravioleta).

A la brida superior de la pieza en T, se ha adaptado la fuente de deuterio, para que verticalmente salga el haz de luz ultravioleta en dirección a la muestra. Para concentrar el haz de luz, a la salida de la lámpara se coloca una lente convergente. De esta manera se garantiza que llegará el haz de luz concentrado en un diámetro aproximado de unos 25  
10 milímetros.

En el centro de la pieza en T, hay colocado un divisor de haz (véase figura 13). Su función es reflejar parte de la luz en un ángulo de  $90^\circ$  y permitir transmitir la mayor intensidad posible a la muestra. Para medir la intensidad de la luz reflejada se sitúa un  
15 espectro-radiómetro en la brida colocada perpendicular a la fuente de emisión. En la figura 14 se muestra la configuración del sistema mediante irradiación UV, tanto para medidas en reflectancia como en el caso de transmitancia.

f) Sistema de análisis de gases.

El sistema de análisis de gases por espectrometría de masas cuadrupolar se  
20 compone de: espectrómetro de masas, cámara de análisis, grupo de bombeo turbomolecular, medidor de vacío y válvula de aislamiento entre cámara de proceso y cámara de análisis (véase figura 15).

El sistema de análisis realizará las siguientes funciones:

- 25
- Monitorización de los gases de proceso.
  - Análisis de gases residuales en cámara principal.
  - Verificación y detección de fugas.
  - Determinación de muestras gaseosas producidas durante el proceso de descarga.

30

Debido a que en el sistema de análisis se requiere trabajar a presiones  $<10^{-4}$  milibar, se requiere una válvula que tiene las siguientes adaptaciones especiales:

- 5           ▪ Bypass-1 con orificio de mínima conductancia para trabajar en condiciones de presión 7mbar.
- Bypass-2 con orificio de conductancia media para trabajar en condiciones de presión de 0.01 mbar. En las dos situaciones anteriores, la válvula de guillotina o de aislamiento estará en posición cerrada.
- La válvula estará abierta (con los bypass cerrados) cuando tengamos atmósferas de presión  $10^{-8}$  milibar y queramos ver la composición de gases residuales en la cámara principal o hacer detección de fugas.

10   h)     Sistema de entrada de gases.

El sistema de preparación de muestra para entrada de gases en cámara de proceso, se compone:

- Manifold-1 de mezcla de gases y vapor de agua.
- Manifold-2 de mezcla de gases.
- 15       ▪ Válvula de regulación de entrada de gases a cámara de proceso.

En el manifold-1 se mezclan los gases y el vapor de agua. Existe la entrada de la mezcla de gases a través de línea lateral conectada a la botella de mezcla con una válvula dosificadora en posición intermedia. Por el otro lateral está colocado el medidor de flujo másico para vapor de agua. Los gases y el vapor de agua se mezclarán en el vaporizador colocado en la línea vertical e irán directamente al segundo manifold y, posteriormente, a la válvula de regulación (véase figura 16).

En el manifold-2 usado solamente para la mezcla de gases, tenemos las válvulas que separan la línea de entrada de las botellas de mezcla de gases. Para aislar el primero y segundo manifold hay una válvula de bola. Este segundo manifold conecta directamente con la válvula de regulación, como se muestra en la figura 16.

La unidad de control de entrada de gases en cámara principal se compone de:

- 30       ▪ Unidad electrónica de medida de vacío y control de regulación de flujo.
- Válvula dosificadora de gas con regulación automática de flujo.
- Medidor de vacío, adaptado en cámara principal, que nos da la señal del valor de presión requerida en cámara de proceso.

Para conseguir las características técnicas de este equipo, hemos tenido que resolver varios problemas tecnológicos. Primeramente hemos diseñado la campana utilizando cierres de ultra-alto vacío, lo que nos permite poder estudiar cuerpos planetarios con presiones muy bajas como Europa. En segundo lugar y para poder irradiar en condiciones como las de Tritón con radiaciones de electrones e iones, hemos diseñado un sistema de bombeo diferencial en varias etapas, de manera que la presión total en la zona donde se enciende el filamento de la fuente de electrones o iones sea del orden de  $10^{-6}$  mbar. Esto se consigue mediante el uso de un orificio, por donde sale la radiación y que hace de 'cuello' para la difusión de los gases desde la cámara principal hasta la zona donde están las fuentes de irradiación.

Presiones estables en condiciones marcianas se consiguen mediante un motor paso a paso que cierra de manera controlada una válvula de guillotina sobre una bomba CF-500. El cierre de la válvula posibilita regular la presión total con precisión.

Los gases de la atmósfera que queramos reproducir son mezclados y controlados mediante controladores de flujo independientes. La temperatura es regulada por un criostato de He, especialmente adaptado para poder ubicar diferentes tipos de muestras (minerales, mono-cristales...)

Existen otras instalaciones en el mundo de cámaras ambientales, la mayoría concebidas únicamente para simular el planeta Marte, pero en ellas no existe un control preciso sobre las presiones parciales individuales de cada gas, ni sobre la temperatura, ni consiguen condiciones estables de funcionamiento, y sobre todo no permiten irradiar y analizar in-situ.

### **DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS.**

**Figura 1.-** Imagen de la máquina o instalación compuesta por una cámara de simulación de ambientes o cámara principal y los demás elementos o componentes de generación del medio ambiente elegido y su control y medida según se ha descrito en la memoria de esta patente de invención.

**Figura 2.-** Esquema de la cámara de vacío o principal de la mostrada en la figura 1 y detalle del sistema de bombeo diferencial.

- Figura 3.-** Vista general de la cámara de vacío o principal presentada en las figuras anteriores. El prototipo diseñado se puede describir como un cilindro cuyas dimensiones son: 500 mm. de altura y 400 mm. de diámetro.
- Figura 4.-** Imágenes de ambos lados de la cámara de vacío de vacío o cámara principal.
- 5 **Figura 5.-** Sistema de bombeo de la cámara principal.
- AA), bomba turbo molecular,
  - AB) válvula de guillotina,
  - AC) bomba rotatoria.
- Figura 6.-** Dewar de helio para refrigerar la muestra.
- 10 **Figura 7.-** Imagen del porta-muestras y el protector de radiación.
- BA) Protector de la muestra.
- Figura 8.-** Imagen de la barra de introducción de muestras o manipulador.
- CA) Flexible.
- Figura 9.-** Imagen de un crisol (donde se ubica la muestra) colocado sobre la barra de transferencia o manipulador
- 15 **Figura 10.-** Diodo de silicio para la medida de la temperatura (sensor de temperatura).
- Figura 11.-** Plano de la sección lateral de la cámara de bombeo diferencial (o irradiación) donde se acoplan las fuentes de descarga (cotas en milímetros).
- Figura 12.-** Detalles de la fabricación de la cámara y del bombeo diferencial.
- 20 **Figura 13.-** Detalles de la fabricación de la cámara y del bombeo diferencial.
- Figura 14.-** Esquema de medidas de UV en configuración de reflectancia y en modo transmitancia.
- Figura 15.-** Imagen del sistema de análisis de gases mediante espectrometría de masas cuadrupolar.
- 25 **Figura 16.-** Sistema de entrada de gases donde se mezclan los gases y/o el vapor de agua.
- DA) Grupo de bombeo,
  - DB) Válvula de aislamiento,
  - DC) Cámara de análisis,
  - DD) medidor de vacío,
  - DE) Espectrómetro de masas, PRISMA.
- 30 **Figura 16.-** Sistema de entrada de gases donde se mezclan los gases y/o el vapor de agua.
- EA) Cámara de mezcla H<sub>2</sub>O+ gases,
  - EB) valva de bola,
  - EC) manifold-I,

ED) manifold-2,

EE) recipiente de H<sub>2</sub>O,

EF) medidor de flujo másico.

**Figura 17.-** Gráficas de la simulación de las condiciones de Marte:

- 5 a) Introducción de los gases, y,  
b) enfriamos la muestra a 150 °K.

**Figura 18.-** Gráficas de la simulación de las condiciones de Europa:

- a) enfriamos la muestra a 50 °K, y,  
b) introducción de los gases.

- 10 **Figura 19.-** Gráfica de la simulación de las condiciones de la atmósfera de Tritón.

### **EJEMPLOS DE APLICACIONES DE ESTA INVENCION**

Esta invención es aplicable en todas aquellas disciplinas técnicas y científicas que requieran un montaje o accesorio práctico donde llevar a cabo un control preciso de unas  
15 determinadas, o bien escogidas, condiciones atmosféricas y que ahí, dentro de esa cámara, se puedan comprobar o monitorizar diversos procesos químicos o biológicos. Si bien la motivación inicial en el planteamiento de la máquina que constituye esta invención estuvo relacionada, en principio, con el estudio de superficie de atmósferas planetarias, posteriormente, también se le han encontrado aplicaciones de interés en otros campos,  
20 citemos, por ejemplo, en el de la biología (estudio de la resistencia de bacterias extremofilas), en la resistencia de materiales en determinadas atmósferas y sometidos a irradiación y en procesos de química atmosférica terrestre relacionada con la protección del medio ambiente terrestre.

25 De modo esquemático, los pasos a seguir para reproducir una determinada atmósfera en la cámara principal son los siguientes: después de cerrar y bombear la cámara principal de la máquina se introduce a través de la válvula situada en el manifold 2, las cantidades escogidas de los gases, acto seguido se enfrían estos hasta la temperaturas de helio líquido. Alcanzada esta temperatura mediante una resistencia calefactora, localizada en el porta-muestras, el sistema de control eléctrico estabiliza la  
30 temperatura hasta el valor deseado. Este sistema de retroalimentación también permite que se programen ciclos de temperatura como "el noche y día" o cambios estacionales.

Las muestras se colocan en posición horizontal en el pocilio (cubeta) que se ve en la Figura 9, de manera que es posible estudiar materiales poco cohesivos. Cristales, arenas, resinas, rocas y minerales están entre las posibles muestras que pueden ser introducidas en el sistema. La temperatura de la muestra puede ser controlada desde 4 a 5 325 K mediante dos fotodiodos (diodo de silicio) colocados en un lateral del portamuestras en contacto con la muestra sólida, como se muestra en la figura 10.

A continuación vamos a describir posibles ejemplos de aplicaciones de esta patente de invención. Se trata de reproducir las condiciones ambientales de varios 10 entornos planetarios con el fin de una aplicación práctica. Los temas seleccionados a modo de ejemplo presentan un amplio rango de presiones atmosféricas y de temperatura así como situaciones de irradiación (dosis y elemento irradiante) diferentes.

**Ejemplo 8 *Química atmosférica. Mesosfera y quimiosfera terrestres.***

15 Una de las aplicaciones de esta máquina es el estudio de reacciones químicas que tienen lugar en las capas altas de la atmósfera terrestre, estas reacciones pueden ser debidas tanto a fenómenos naturales como reacciones en las que se ven implicados contaminantes que se vierten en la atmósfera. El estudio permite la monitorización de los posibles productos químicos de reacción como consecuencia de los efectos de la 20 radiación.

Relacionado con el estudio de las diferentes capas de la atmósfera, es interesante la simulación de la Mesosfera, ya que su estudio se ha visto dificultado por el hecho de que es demasiado alta para globos sonda pero demasiado baja para los satélites artificiales 25 (se emplean cohetes) por tanto simulaciones de esta capa atmosférica (200 K y 80 Km de altura) pueden aportar nueva información a fenómenos que tengan lugar en dichas condiciones. También sería interesante la simulación de las capas atmosféricas llamadas quimiosfera e ionosfera es una región de poca densidad donde se absorben las radiaciones de alta energía, del UV lejano, estas radiaciones dan lugar a reacciones 30 químicas diferentes, como reacciones de fotodisociación y de ionización plausibles de estudio.

Para realizar trabajos en estos temas, se bombea la cámara principal siguiendo el protocolo experimental descrito en líneas anteriores hasta una presión atmosférica entre 1 y 0.01 mbar en el caso de la quimiosfera y entre  $10^{-2}$  y  $10^{-9}$  mbar en el caso de la ionosfera. La temperatura de la muestra se lleva al valor de estudio 200 K.

5

Para estudios de reacciones en la interfase sólido-gas (catálisis) la muestra se deposita en el pocilio porta-muestras se lleva hasta la temperatura en estudio. La muestra se somete a diferentes composiciones atmosféricas. El espectrómetro de masas hace una medida de la composición del gas en ausencia de muestra catalítica y después de haber sido introducida esta. La superficie catalítica es irradiada por ejemplo con iones utilizando el cañón de iones.

Desde el punto de vista medioambiental se pueden simular estudios de cambios químicos producidos mediante irradiación UV en una atmósfera de ozono y vapor de agua. También se puede aplicar a la formación de ozono; el ozono estratosférico se produce cuando la energía del sol rompe moléculas de gas de  $O_2$  en átomos de O. Después, estos átomos de O se unen con otras moléculas de  $O_2$  para formar la molécula de  $O_3$ , ozono.

Cabe mencionar también una de las principales aplicaciones de la instalación como simulador de la composición de la atmósfera terrestre primigenia o prebiótica y estudio de los posibles productos de reacción. En este caso particular la composición de la atmósfera dentro de la cámara estaría compuesta por los gases  $CO_2$ ,  $CH_4$  y  $H_2$ , principalmente.

25

#### ***Ejemplo b) Radiación espacial***

En este ejemplo englobamos procesos de simulación como: radiación de partículas en el medio interestelar (polvo interplanetario) para ver su posible alteración, irradiación de hielos de cometas. Un caso concreto es la simulación de irradiación de hielos interestelares mediante radiación ultravioleta en las siguientes condiciones  $10^{-9}$  mbar y 10 K, en estas condiciones se puede estudiar el efecto de la radiación UV, analizando la posible formación de radicales y compuestos orgánicos.

30

Para irradiar la muestra en estudio con radiación UV se dispone de la fuente de Deuterio situada a una distancia de 45 cm sobre la muestra (ver figura 13 y 14). La determinación de la dosis o tiempo de irradiación se mide mediante el espectroradiómetro. La presión parcial de los gases se monitoriza mediante el espectrómetro de masas situado en una compartimiento acoplado a la cámara atmosférica (ver figura 15). La presión total a la que se realiza el experimento es de  $10^{-9}$  mbar y se mide con un manómetro situado en la campana atmosférica. La temperatura de la muestra es de 10K y se mide mediante diodo de silicio colocado en el portamuestras, como se ve en la figura 10.

10

En este campo del estudio de materiales especiales con aplicaciones en la tecnología espacial, esta máquina también presenta la posibilidad de comprobar o verificar sensores o materiales que vayan a ser utilizados en condiciones de radiación espacial (misiones espaciales, satélites, sondas automáticas). Un ejemplo concreto sería la simulación de las condiciones a las que esta sometida la estación espacial internacional (ISI) a 400 Km. en órbita de la Tierra (presión de vacío y temperaturas desde 116 K hasta 152 K).

***Ejemplo c) Físico-química de materiales y de procesos geológicos en cuerpos planetarios.***

En esta maquina presentada en esta Memoria de Patente de Invención se simulan o reproducen los diferentes procesos geológicos que afectan a la renovación de la superficie y la dinámica interna de un objeto planetario en la actualidad o en otros periodos geológicos y sus implicaciones astrobiológicas. Además de planetas y meteoritos rocosos, se pretende el estudio de la geología de otros objetos con superficie sólida químicamente diferente como los satélites del sistema solar exterior. Los materiales geológicos se pueden generar, en ocasiones, en el interior de la cámara de simulación, como por ejemplo clatratos de gas a partir de fase de vapor. Otras veces el experimento se llevará a cabo en un sustrato geológico previo. Mediante técnicas analíticas como espectrometría de masas, espectroscopia de IR y UV, disponibles en la maquina, se puede controlar cómo ocurren las reacciones químicas y cómo afectan los resultados a los procesos geológicos y qué implicaciones sobre la astrobiología conllevan. Mediante el uso de espectroscopia

30

infrarroja se puede realizar la comparación de las señales interesantes con los datos provenientes tanto de los sensores espaciales como de observatorios terrestres.

La formación de minerales y rocas en condiciones extraterrestres se pueden lograr en la máquina objeto de esta Patente. Ejemplos concretos de minerales de alto interés para

5 los geólogos, son los siguientes:

- Clatratos de gas a partir de sustratos con propiedades físico-químicas diferentes.
- Evaporitas y carbonates en Marte y en condritas carbonaceas. Evaluación de la hipótesis de formación de estos minerales con presencia de fases del agua no
- 10 líquida.
- Moléculas orgánicas en el sistema solar. Estabilidad en superficies planetarias.

Una ampliación de este estudio lo constituye la simulación de la generación de estructuras geológicas planetarias de particular interés:

- Evolución de estructuras relacionadas con la congelación/descongelación de
- 15 hielos en Marte.
- Terrenos caóticos en superficies con hielos en el sistema solar. Estudio de la destrucción catastrófica de capas de hielos de clatratos y análisis de las morfologías resultantes.

Otros estudios posibles son la evaluación de procesos de alteración exógena de

20 materiales planetarios.

- Fotoquímica. Estudio de la alteración de materiales de las superficies planetarias por exposición a diferentes tipos de radiación: UV, partículas cargadas, radiación cósmica. Cálculos de tasas de alteración para establecer cronología de materiales afectados por estos procesos.
- 25 - Alteración de materiales por variación de parámetros físicos (ej. despresurización). Permanencia de los materiales metastables en las nuevas condiciones extremas.

***Ejemplo d.) Experimentos biológicos. Astrobiología***

Los experimentos que implican la exposición de organismos a la superficie de los planetas de nuestro sistema solar se ven restringidos, en ocasiones, por las condiciones de baja humedad en el ambiente, por las condiciones de baja presión o incluso de alto vacío. En este equipo se pueden realizar diferentes experimentos para estudiar la respuesta de organismos previamente escogidos y ocasionalmente modificados, a las nuevas condiciones de alta radiación, composición atmosférica diferente, además de temperatura y presión extremas.

Se han realizado primeros ensayos para detectar el posible metabolismo de algunos microorganismos en el ambiente de la superficie de Marte. Las preparaciones biológicas están compuestas por microorganismos en estado vegetativo aunque también se podría realizar con formas de resistencia (esporas). En el caso de las bacterias podrían ser de condiciones de crecimiento variables: extremófilos o modelos de ensayo de condiciones de vida no extremas. Preparación de muestras con inclusión de material biológico ya sea en estado vegetativo como en formas de resistencia, cultivos crecidos y desecados o bien rocas o minerales determinados donde se ha introducido material biológico de estudio para el ensayo de resistencia a condiciones de baja presión y alta radiación. Análisis de los mecanismos de protección que se puedan desarrollar en el organismo contra las adversas condiciones. Estudio del efecto de pigmentos para la supervivencia, respuesta metabólica a nivel molecular, detección de posibles nuevas actividades enzimáticas que permitan la colonización de este medio extremo. Una segunda aplicación englobada en este campo es el análisis de posibles biomarcadores que aparezcan por el metabolismo de los microorganismos en condiciones extremas.

***Ejemplo e) Simulación de atmósferas planetarias. Planetología***

A continuación vamos a describir como reproducimos las condiciones ambientales de tres cuerpos distintos del sistema solar en la máquina motivo de esta invención. Los tres objetos seleccionados varían en un amplio rango de presiones atmosféricas, así como diferentes temperaturas en cada superficie.

En nuestro sistema de vacío (véase figura 1) simulamos las condiciones de presión, temperatura, composición gaseosa y radiaciones existentes en Marte, Tritón y Europa.

<i>Planeta</i>	<i>Rango T° en superficie</i>	<i>Presión media en superficie</i>	<i>Gases atmosféricos</i>
Marte	150 - 280 K	7 mbar	CO <sub>2</sub> = 95% N <sub>2</sub> = 2.7% Ar = 1.6% H <sub>2</sub> O = 0.6%
Europa	50 – 140 K	10 <sup>-8</sup> mbar	O <sub>2</sub>
Tritón	38 K	0,015 mbar	N <sub>2</sub> = 93% CO = 4% CH <sub>4</sub> = 3 %

### Planeta Marte

Desde la **década de los años 70**, la exploración en **Marte** ha revelado algunas de las propiedades atmosféricas y de superficie de este planeta (1,2), por ejemplo sus constituyentes mayoritarios y el ambiente de radiación ultravioleta (3), los cuales son importantes restricciones para la vida. Valores de presión de 7 mbar son normalmente utilizados como valores medios de presión atmosférica del planeta, la temperatura presenta ciclos de rango desde 150 a 280 K debido a procesos estacionales en la actualidad. Tanto los valores de presión como las variaciones de temperatura pueden ser programados en nuestro sistema, lo que puede tener un particular interés para la simulación de procesos estacionales. Para alcanzar estos valores, primero programamos las presiones parciales de cada gas de manera que en la cámara tenemos 95% CO<sub>2</sub>, 2.7% N<sub>2</sub>, 1.6% Ar y 0.6% de H<sub>2</sub>O con una presión total de 7 mbars. Para obtener esta presión, tenemos que cerrar la válvula de la bomba turbo de la cámara principal hasta un 90% (o del todo, al cerrar del todo la guillotina bombeamos la cámara principal mediante la bomba de membrana), y parar las bombas turbomoleculares del bombeo diferencial en el compartimento de las fuentes de irradiación. Esto impide la utilización de fuentes de irradiación en condiciones de la atmósfera de Marte. Las fuentes de irradiación se pueden utilizar en caso de simulaciones de Marte si trabajamos a una presión total de 1 mbar. En cualquier caso, es bien conocido que iones y electrones que provienen de los rayos cósmicos tiene una acción pequeña en la superficie de Marte. El proceso de programar (obtener) la atmósfera deseada para las condiciones de Marte dura alrededor de 5 minutos, como se muestra en la figura 17a. Una vez que la presión parcial de todos los

gases esta estabilizada, podemos enfriar la superficie a 150K. Hemos conseguido estabilizar la temperatura en 15 minutos, como se muestra en la figura 17 b. La variación u oscilación en las presiones parciales de los gases es debido al paso (proceso) de calentamiento, el cual induce adsorción y desorción de las moléculas.

5

### Satélite Europa

El satélite de Júpiter, Europa es un objeto planetario interesante desde el punto de vista geológico y astrobiológico. Su característica más atractiva es la posible presencia de un océano alojado en su interior. Las misiones espaciales de Voyager y Galileo han obtenido alguna información a cerca de la física, química y geología de este planeta, incluyendo la distribución de la temperatura (4) y el ambiente (condiciones) de radiación en la superficie (5). Además, observaciones efectuadas desde la Tierra han determinado la existencia de atmósfera (6). Para estudios sobre la superficie del satélite Europa, la presión base de la cámara debería ser reducida lo mas posible. Como hemos usado CF standard para las bridas de vacío, estas presiones bajas (de ultra alto vacio) pueden ser alcanzadas después del horneado de toda la maquina, dicho procedimiento es bien conocido en el campo de física de superficie en sistemas de ultra alto vacío (mediante calentamiento se produce la desorción de vapor de agua adsorbida en las paredes de la campana). La presión residual esta en el rango de valores bajos de  $10^{-9}$  mbar, y la composición principal son moléculas de agua e hidrógeno.

15

20 El protocolo experimental consiste en:

1. Se enfría la muestra a 50 K. Estabilizar este valor de temperatura en la muestra nos lleva unos 20 minutos (ver figura 18a). En este proceso muchos de los gases condensan y la presión atmosférica total de la cámara disminuye hasta valores de  $10^{-10}$  mbar.

25

2. Entonces introducimos oxígeno a través de la válvula que se encuentra en manifold 2, hasta monitorizar en el espectrómetro de masas la presión requerida (ver figural 8b).

### Satélite Tritón

La nave espacial Voyager 2 ha mostrado la actividad normal del satélite de Neptuno, Tritón. Procesos geológicos, como criovolcanismo ocurren en este ambiente de temperaturas extremadamente bajas, en el cual incluso el nitrógeno es estacionalmente (periódicamente) sólido. Interacciones entre la atmósfera y la superficie han sido descritas, como geysers expulsando gases. Una vez en la atmósfera, algunos materiales son fotolíticamente destruidos (7).

Las condiciones de Tritón han sido simuladas en esta máquina también como un ambiente límite técnicamente (desafío técnico), debido a las circunstancias de baja presión relativa ( $10^{-2}$  mbar, con 93%  $N_2$ , 4%  $CO$  y 3%  $CH_4$ ) y temperaturas muy bajas. Aunque Tritón, no tiene significativa evidencia de interés astrobiológico, merece la atención desde el punto de vista geológico. Para reproducir, la atmósfera de Tritón, programamos primero la composición gaseosa deseada, la cual se estabiliza en unos 5 minutos. La presión parcial de cada gas para la atmósfera de Tritón esta representada en la figura 19 cerca del comienzo. Partiendo de ese punto, nosotros disminuimos la temperatura hasta el valor de 38K. Cabe mencionar que esta temperatura esta cercana al punto crítico de los gases que componen la atmósfera de Tritón, por consiguiente, una pequeña variación en la temperatura provoca que el  $CO$ ,  $CH_4$ , y el  $N_2$  condensen (desde el tiempo de 500 a 1000s ver en la figura 19). Como consecuencia, un extremado control en la temperatura de la superficie debe ser conseguido para lograr unas condiciones atmosféricas estables para Tritón. Hemos sido capaces de alcanzar condiciones estables de Tritón después de 15 minutos.

Por el momento hemos comprobado que podemos reproducir de manera estable las condiciones de:

Marte (7 mbars de presión total, con 95%  $CO_2$ , 2,7%  $N_2$ , 1,6% Ar y 0,6%  $H_2O$ , y temperaturas entre 150 to 280K)

Europa ( $10^{-8}$  mbar de  $O_2$  y temperaturas entre 86 y 146 K)

Tritón ( $10^{-2}$  mbar, con 93%  $N_2$ , 4%  $CO$  y 3%  $CH_4$  y temperatura de 38K)

30

Sin embargo la versatilidad de la máquina inventada hace que se puedan reproducir las condiciones de cualquier planeta, con la única condición de que la presión sea mas baja o igual que la atmosférica.

***Ejemplo J) Calibrado y homologación de sensores y materiales funcionales a diferentes atmósferas***

Esta invención constituye una plataforma única para la realización de pruebas de calibración de sensores, así como la comprobación funcional de instrumentación científica (ensayos), destinada al estudio en condiciones atmosféricas reproducibles por 5 cómo pueden ser las condiciones en el espacio interplanetario, (planetas, satélites artificiales), o en los polos terrestres. Presión, temperatura, concentración de gases, radiación ultravioleta, de electrones e iones, se pueden simular en un amplio rango de energías.

10

Debido a su especial configuración (control de flujos en distintas cámaras (turbulento, laminar y molecular)), es posible combinar presión, temperatura y concentración de gases, con radiación ultravioleta (lámpara de deuterio), o bien con iones (Ar, H, He), electrones, o radiación ultravioleta (lámpara de descarga de He).

15

Esto nos permite caracterizar sensores en sus rangos mínimo - máximo, y la realización de pruebas paramétricas funcionales (ensayos), como combinación de todas las variables. Nuestra instalación admite, mediante la utilización de bridas adaptadas con pasamuros de ultra alto vacío, que la instrumentación de la que sea objeto de estudio 20 (ensayo), pueda ser probada in-situ, analizando los efectos de la radiación, sobre medidas de presión o temperatura, o bien sobre ciertas dosis de radiación, comprobar los efectos que podrían causar cambios en la presión o en la temperatura.

**Referencias**

- (1) Owen, T. C. (1992). The composition and early history of the atmosphere of Mars. In: Mars. Kieffer, H. H. et al. (Eds.), 818-835. University of Arizona Press.
- (2) Zurek, R. W. et al. (1992). Dynamics of the atmosphere of Mars. In: Mars. Kieffer, H. H. et al. (Eds.), 835-934. University of Arizona Press.
- 5 (3) Cockell, C. S., et al. (2000). The UV environment of Mars: Biological implications. Past, present and future. *Icarus* 146, 343-349.
- (4) Spencer, J. R., et al. (1999). Temperatures on Europa from PPR: Night time thermal anomalies. *Science* 284, 1514-1516.
- 10 (5) Cooper, J. F., et al. (2001). Energetic Ion and Electron Irradiation of the Icy Galilean Satellites *Icarus, Volume 149, Issue 1, 133-159*.
- (6) Hall, D. T., et al. (1995). Detection of an oxygen atmosphere on Jupiter's moon, Europa. *Nature* 373, 677-679.
- (7) Yelle, R. V. et al. (1995). Lower atmospheric structure and surface atmosphere interaction on Tritón. In: Neptune and Tritón. Cruikshank, D. P. (Ed.), 1031-1107. University of Arizona Press.
- 15

## REIVINDICACIONES

1) Una máquina o instalación constituida por las partes siguientes y con los objetivos operativos de cada parte, referidos:

5 a) Cámara atmosférica, de vacío o principal donde realizar los trabajos proyectados. La composición de los gases en ella introducidos y presión parcial (tanto para trabajos en alto vacío como aquellos otros a presión atmosférica) es controlable en todo momento por medio de b):

b) Sistemas de bombeo y de medida y control de la presión de cada componente gaseoso introducido en la cámara principal.

10 Unidos debidamente a la cámara principal existen,

c) Unidad porta-muestra y sistema (manipulador o trasladador) que permite la introducción de esta en la cámara principal de una forma que se evita cualquier contaminación posible, previa y/o posterior.

15 d) Criostato en contacto con el porta-muestras que permite a la muestra introducida en la cámara principal mantener una temperatura fija y controlada.

e) Fuentes de descarga para irradiación de la muestra colocada en la cámara principal,

f) Fuente de deuterio.

20

La cámara atmosférica o principal contiene, además, las partes siguientes como elementos de análisis y/o comprobación del medio gaseoso:

g) Sistema de análisis de los gases, y,

h) Sistema de entrada controlada de los gases.

25

La cámara atmosférica o principal contiene, además, las partes siguientes como elementos de medida y análisis de materiales o medios biológicos:

i) Espectroscopia de infrarrojos, y,

j) Espectroscopia de Ultravioleta

30

La posición relativa de todos estos componente de la máquina o instalación entera está descrita en las figuras 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 y 11.

## 26

- 2) La máquina o instalación reivindicada en 1), que permite reproducir y simular de forma mantenida y controlada en todo momento las condiciones ambientales (composición química, temperatura, presión atmosférica, dosis y naturaleza de radiaciones) de medios gaseosos, planetas o del espacio libre para examen y validación de materiales, compuestos químicos y bioquímicos o muestras biológicas en instalaciones industriales y centros de experimentación científica.
- 3) La máquina o instalación reivindicada en 1) y 2), en donde realizar ensayos y/o experimentos de ciencia de materiales, astrobiología, bioquímica, planetología, geoquímica, bioingeniería y catálisis, de forma mantenida y controlada en todo momento.
- 4) Una máquina descrita en las reivindicaciones 1), 2), y 3), que sirve para reproducir o simular cualquier atmósfera o medio gaseoso en un amplio rango de presiones de interés técnico, especialmente entre  $10^{-9}$  milibar y 1000 milibar.
- 5) Una máquina descrita en las reivindicaciones 1), 2), 3) y 4), que sirve para reproducir o simular cualquier atmósfera o medio gaseoso en un amplio rango de temperaturas de interés técnico, especialmente entre 4 °Kelvin y 325 °Kelvin.
- 6) Una máquina o instalación en la cual se pueden llevar a cabo nuevos ensayos, controles, verificaciones y experimentos demandados por el avance técnico y científico, en especial, con una especial aplicación en los rangos de presión y temperatura reivindicados en 4) y en 5).
- 7) Una máquina o instalación en cuya cámara principal se pueden realizar, de forma controlada, todo tipo de ensayos, análisis o experimentos químicos en la fase gaseosa o bien de interacción entre superficie sólida y atmósfera gaseosa.
- 8) Una máquina o instalación en cuya cámara principal se puede irradiar bajo condiciones ambientales rigurosas cualquier muestra sólida o un cultivo biológico con dosis medidas de radiación de distinta naturaleza.

- 9) Un procedimiento capaz de permitir irradiar, en la máquina o instalación objeto de la presente patente de invención, muestras a presiones cercanas a la atmosférica basado en un procedimiento basado en el de bombeo diferencial.
- 5 10) Cualquier modificación tanto de las dimensiones geométricas de la máquina o instalación (en inglés, scaling) reivindicada en todos los puntos anteriores, como otras que se puedan introducir por métodos y técnicas experimentales que las tecnologías del futuro hagan realidad.
- 10 11) Cualquier ampliación o extensión de los instrumentos de medida, análisis y control expresado en las reivindicación 1) introducidos por nuevas técnicas y/o métodos instrumentales.

15

20

25

30

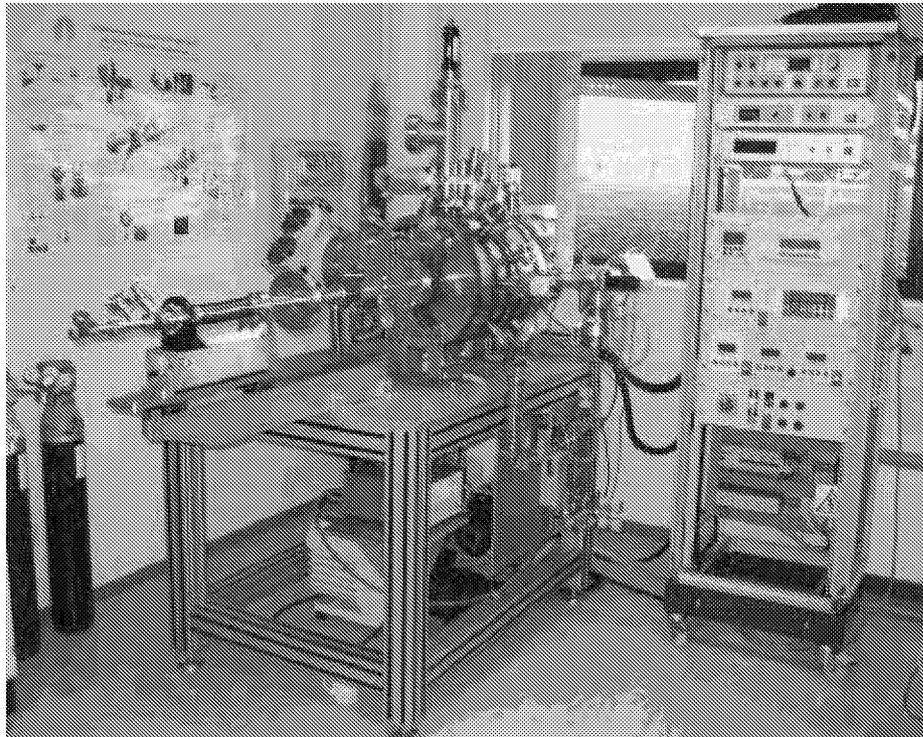


Figura 1

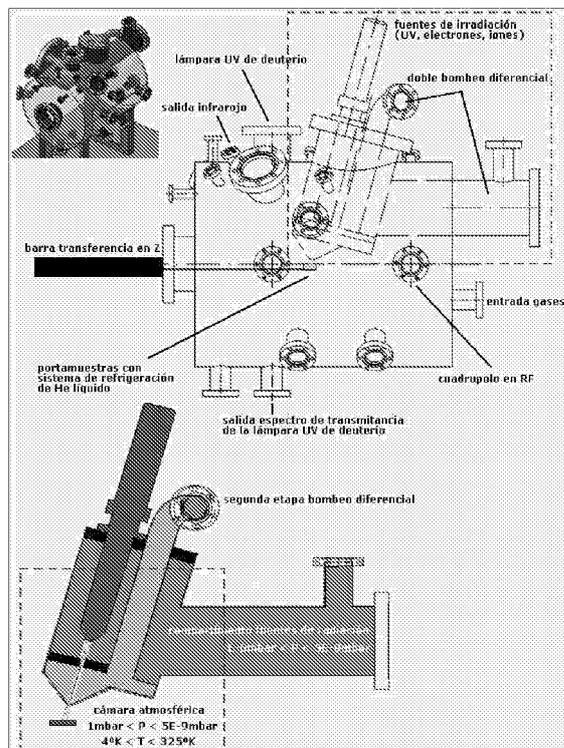
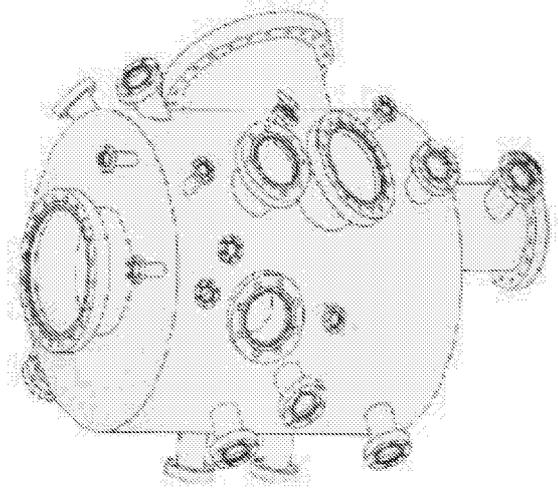
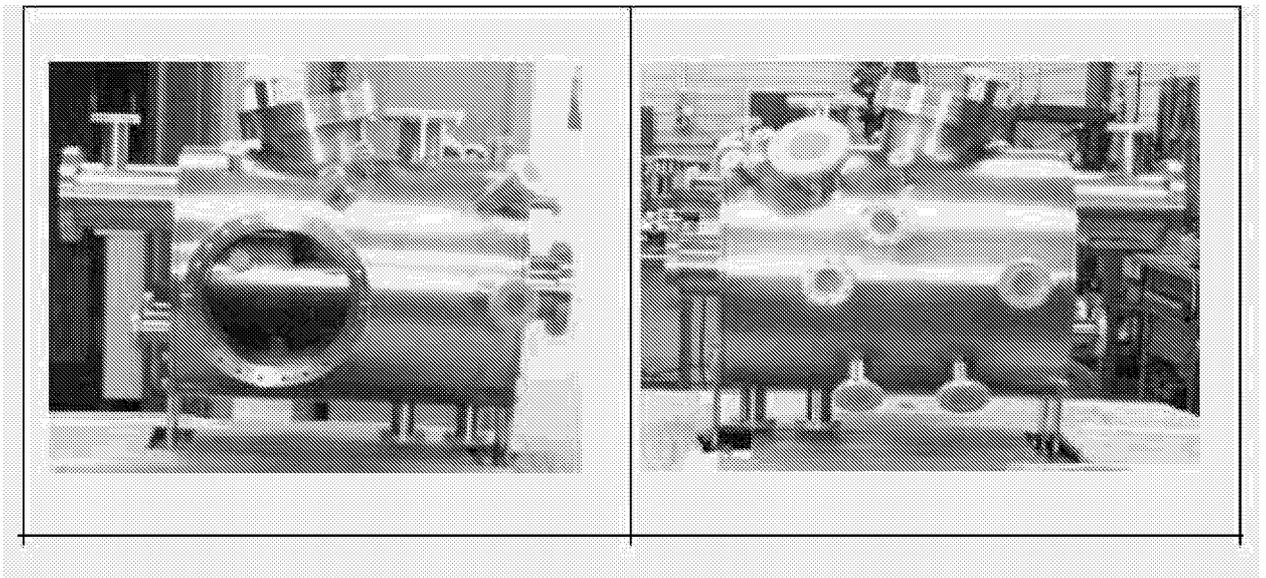


Figura 2

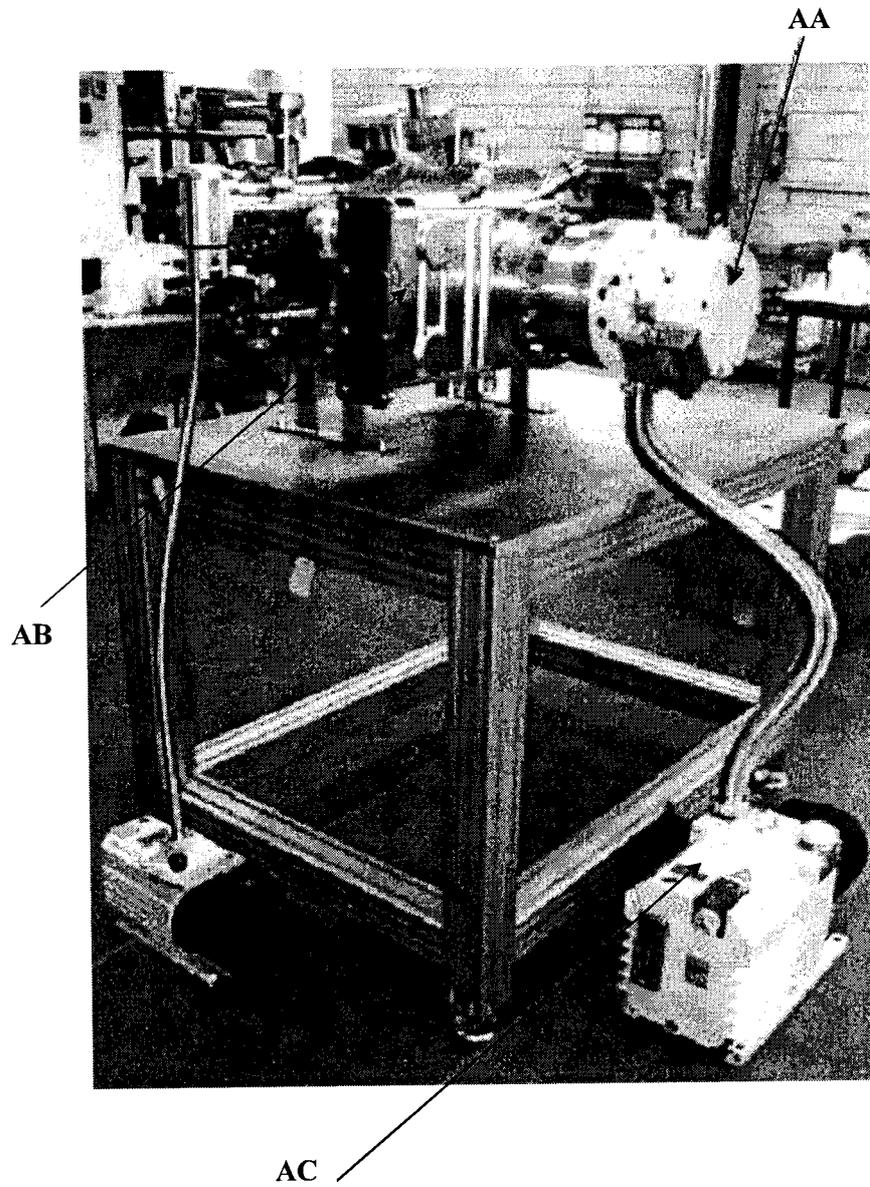
2/10



**Figura 3**



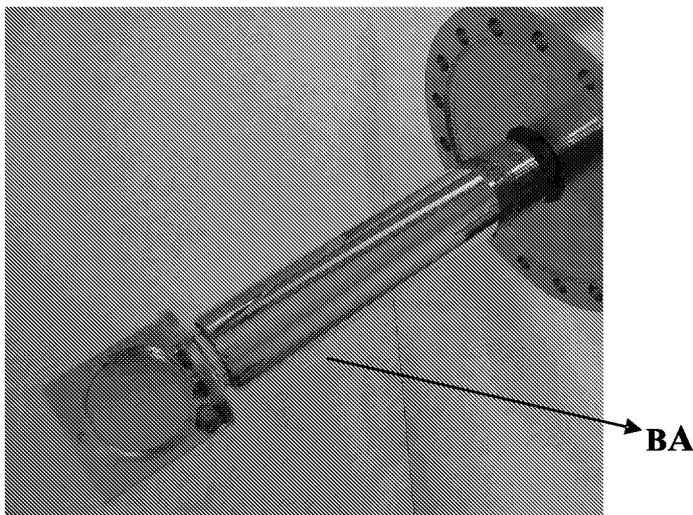
**Figura 4**



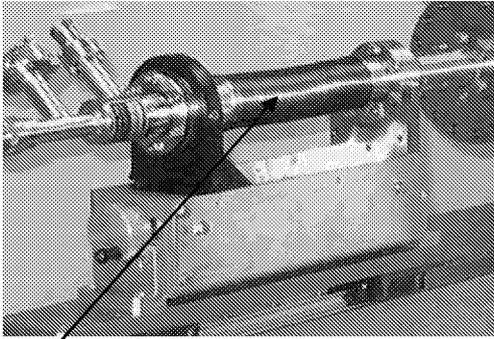
**Figura 5.**



**Figura 6**

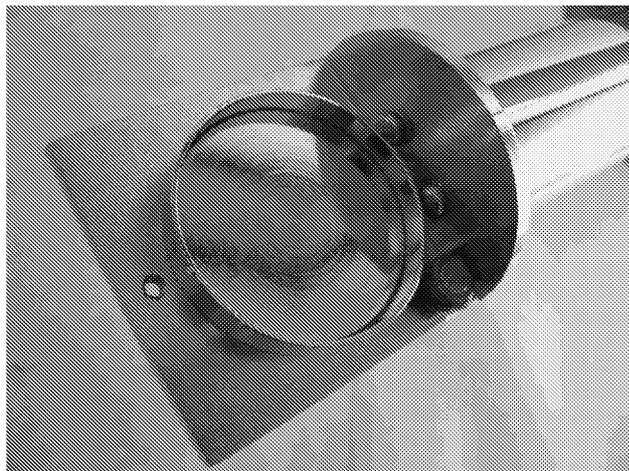


**Figura 7**



CA

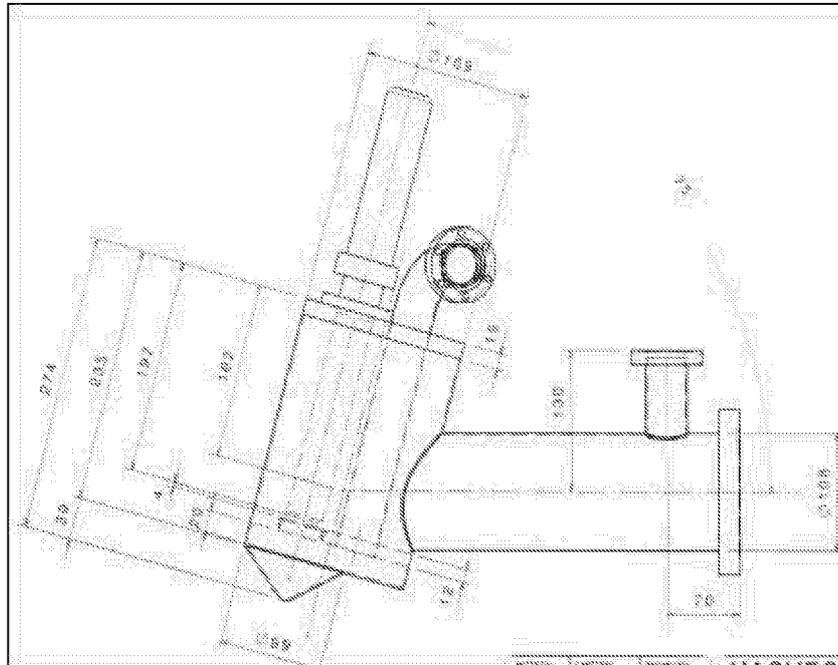
**Figura 8**



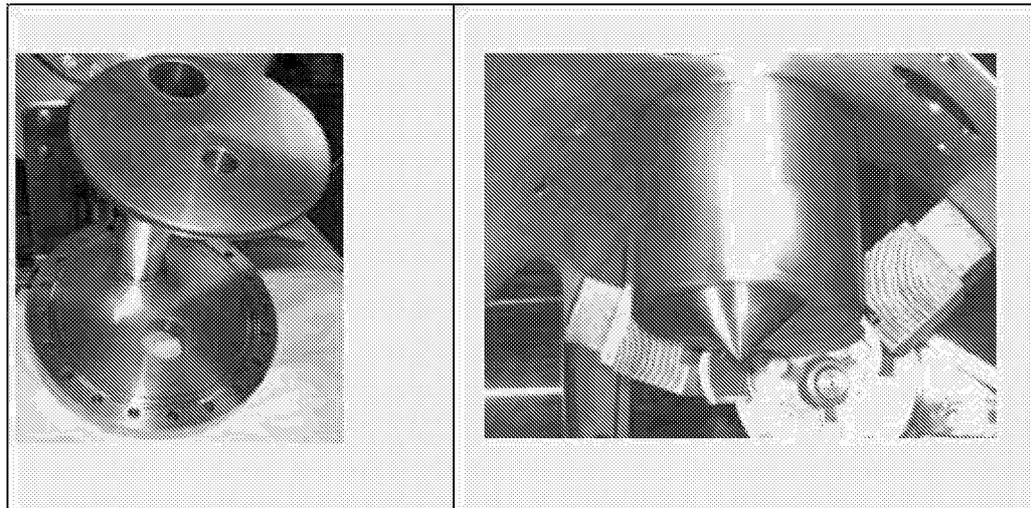
**Figura 9**



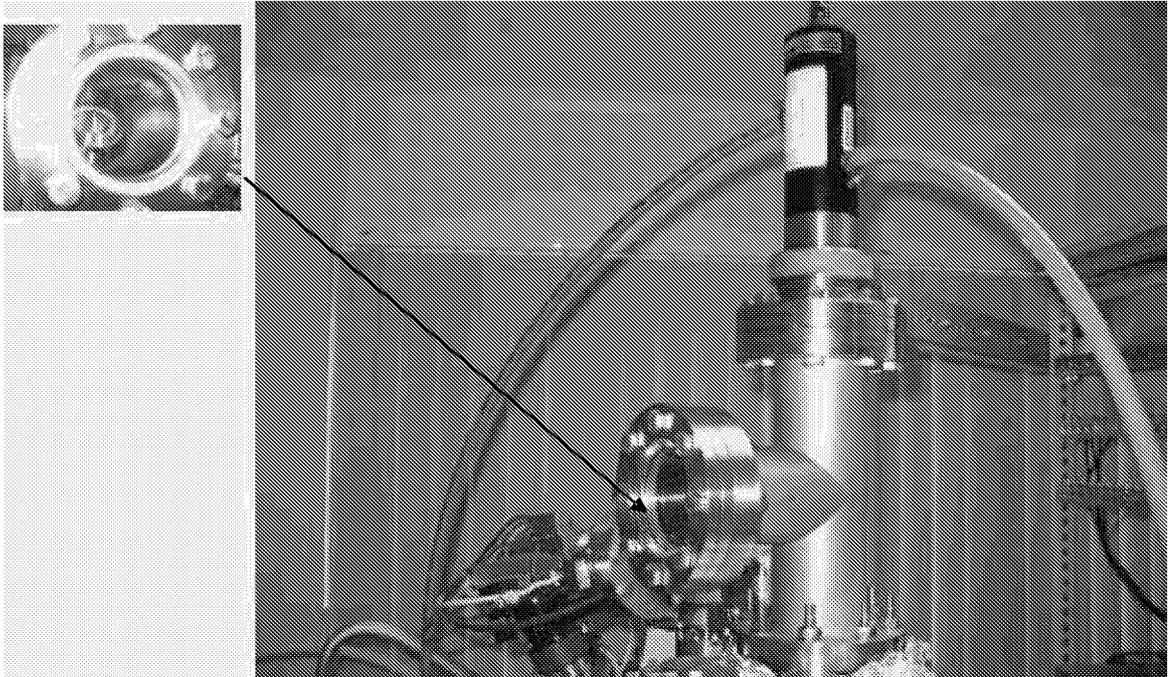
**Figura 10**



**Figura 11**



**Figura 12**



**Figura 13**

Irradiación UV con Lámpara de Deuterio

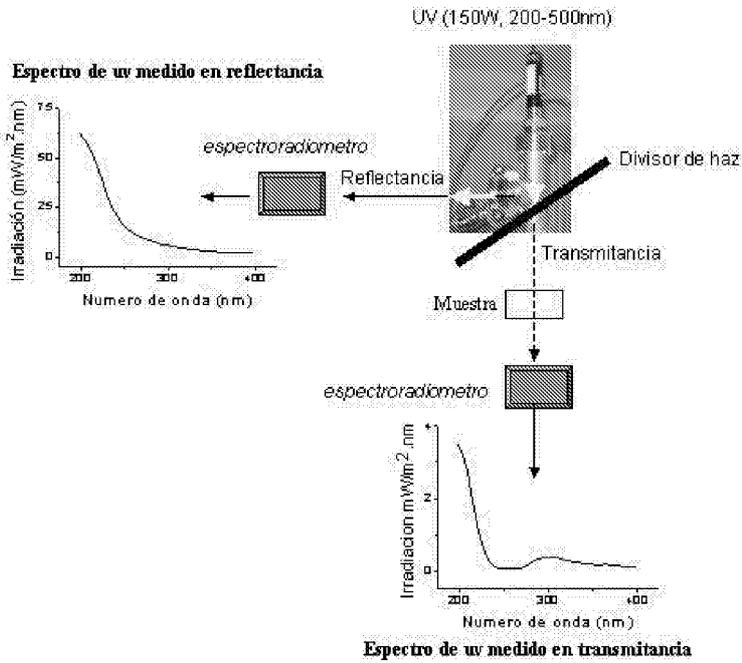


Figura 14

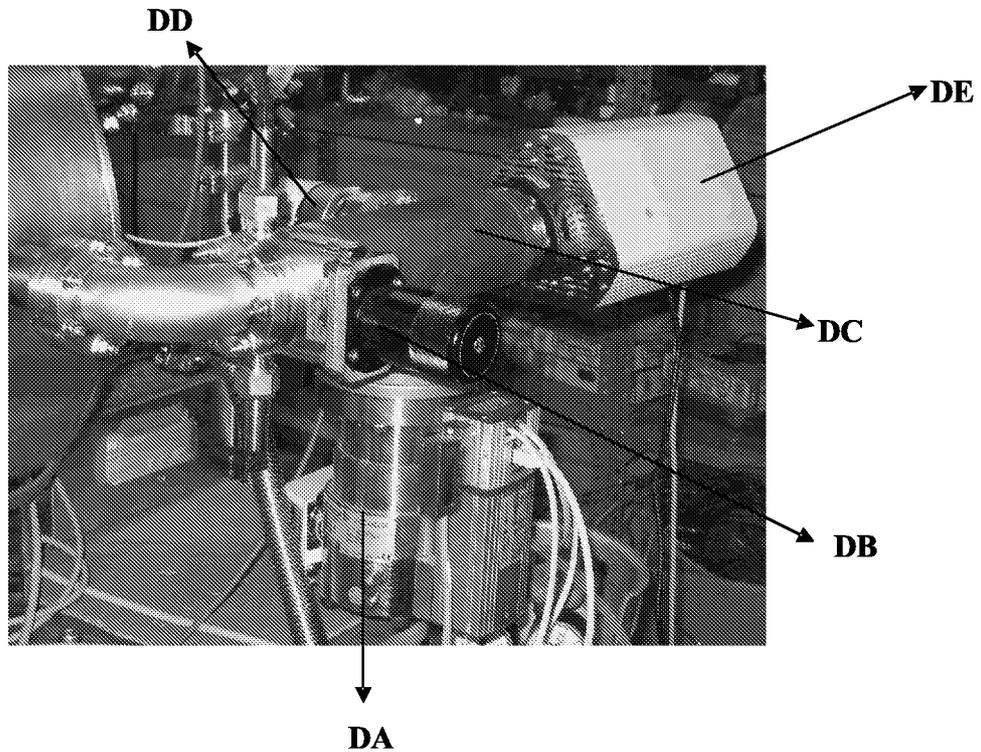


Figura 15

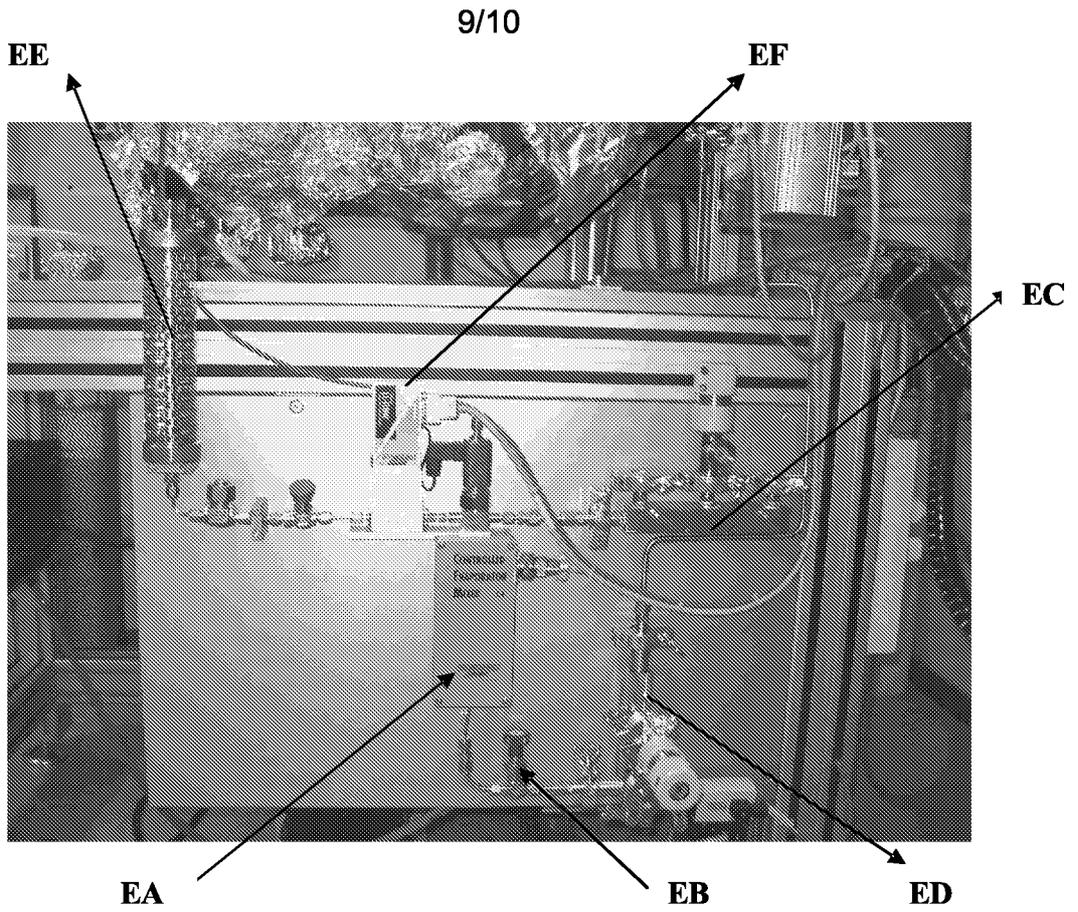


Figura 16

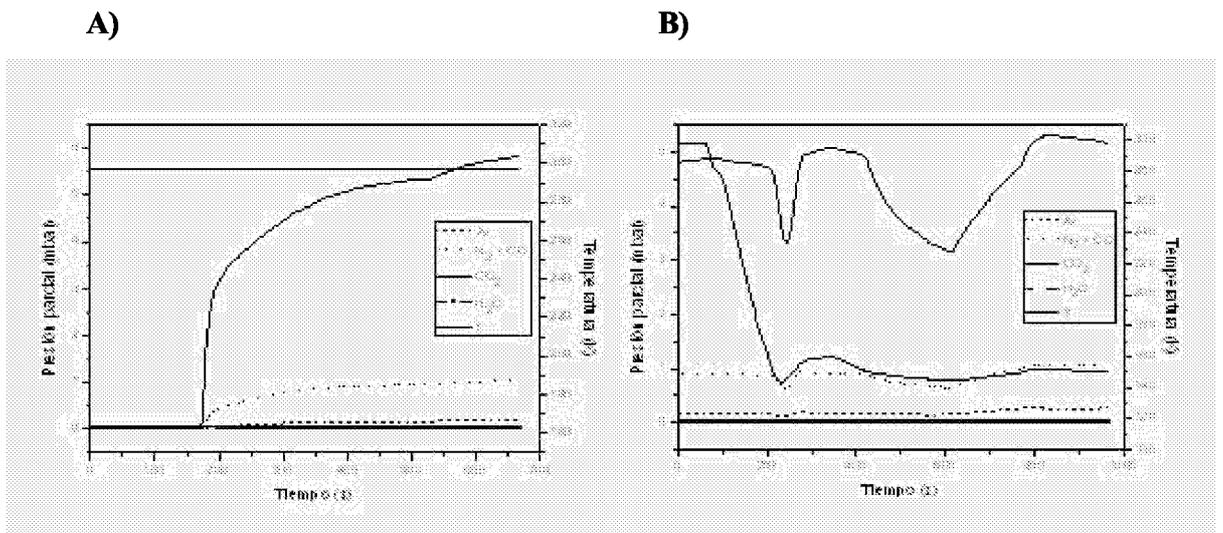


Figura 17 (A y B)

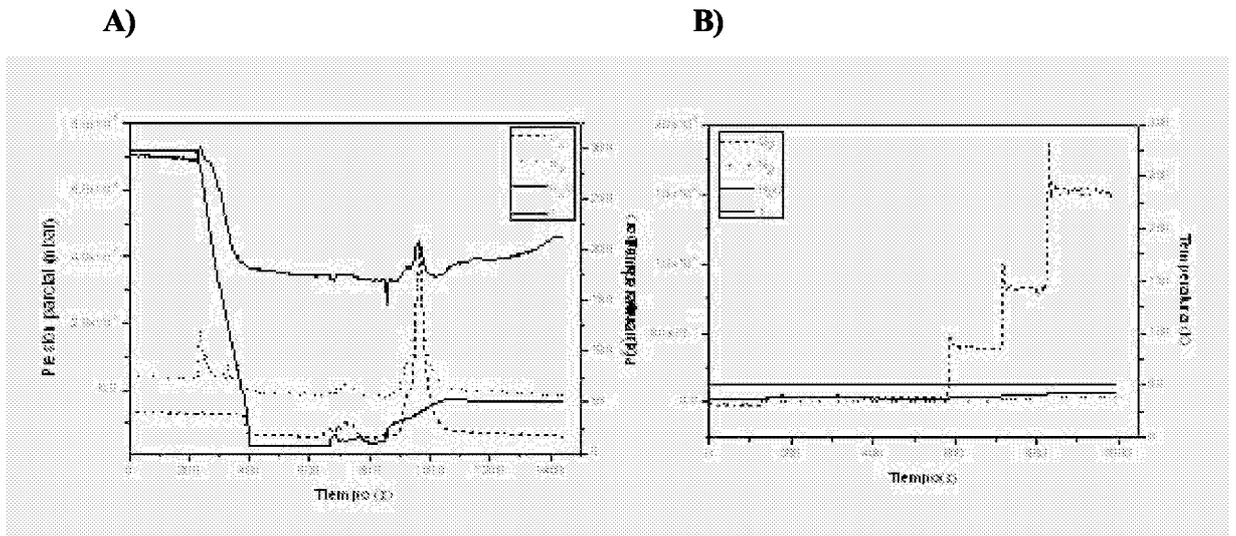


Figura 18 (A y B)

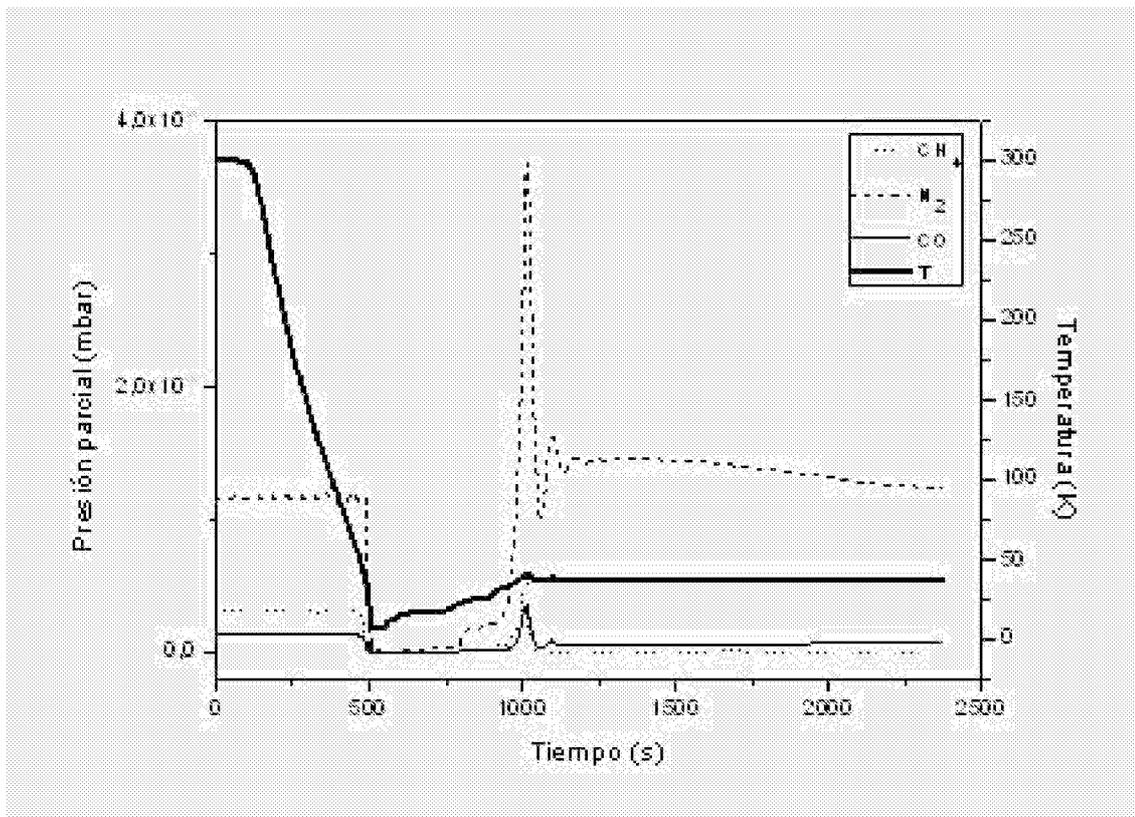


Figura 19

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.  
PCT/ES 2006/070161

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

GOIN 21/01 (2006.01)

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)

GOIN

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)

CIBEPAT, EPODOC, WPI, TXTE

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	MARTIN GAGO et al. "New simulation chamber for studying planetary environments" 36 <sup>th</sup> Annual Lunar and Planetary Science Conference, March 14 - 18, 2005, in League City, Texas, abstract no. 1625 [online] March 2005 [retrieved on 05.03.2007 ] Recuperado en internet <URL: <a href="http://www.lpi.usra.edu/meetings/3psc2005/pdf/1625.pdf">http://www.lpi.usra.edu/meetings/3psc2005/pdf/1625.pdf</a> > in the datbase: Smithsonian/NASA ADS. Astronomy abstracts system. Bibliographic code 2005.LPI. ...36.1625M <URL: <a href="http://adsabs.harvard.edu/cgi-bin/bib_query?2005LPI....36.1625M">http://adsabs.harvard.edu/cgi-bin/bib_query?2005LPI....36.1625M</a> >	1-9
X	ES 2199080 A1 (UNIV VALENCIA POLITCNICA ; CONSEJO SUPERIOR INVESTIGACIÓN) 01.02.2004, abstract; column 1, lines 6-28;column 2, line 57 - column 4, line 7;column 6, line 62 - column 7, line 21;column 9, line 38 - column 10, line 63; figures 8-10; claims 16-18 and 22.	1-9

 Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"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
"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)	"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
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition, or other means	"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
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed		
	"&"	document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

05 March 2007 (05.03.2007)

Date of mailing of the international search report

(08-03-2007)

Name and mailing address of the ISA/

O.E.P.M.

Paseo de la Castellana, 75 28071 Madrid, Espana.

Facsimile No. 34 91 3495304

Authorized officer

A. Figuera González

TelephoneNo. +34 91 349 55 16

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1.  Claims Nos.:  
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:
  
2.  Claims Nos. 10 and 11  
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:  
  
The subject matter of claims 10 and 11 has not been defined in accordance with the requirements of PCT Article 6, since no technical feature of the invention is specified.
  
3.  Claims Nos.:  
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

1.  As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2.  As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
3.  As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
  
4.  No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest

- The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- No protest accompanied the payment of additional search fees.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No.

PCT/ES 2006/070161

Patent document cited in the search report	Publicación date	Patent family member(s)	Publication date
E S 2199080 A	01.02.2004	W O 2004010147 A A U 2003281573 A E P 1553416 A U S 2005185175 A J P 2005533258 T	29.01.2004 09.02.2004 13.07.2005 25.08.2005 04.11.2005
-----			

# INFORME DE BÚSQUEDA INTERNACIONAL

Solicitud internacional nº  
PCT/ ES 2006/070161

## A. CLASIFICACIÓN DEL OBJETO DE LA SOLICITUD

*GOIN 21/01* (2006.01)

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)  
GOIN

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)

CIBEPAT, EPODOC, WPI, TXTE

## C. DOCUMENTOS CONSIDERADOS RELEVANTES

Categoría*	Documentos citados, con indicación, si procede, de las partes relevantes	Relevante para las reivindicaciones nº
<b>X</b>	MARTÍN GAGO et al. "New simulation chamber for studying planetary environments" 36 <sup>th</sup> Annual Lunar and Planetary Science Conference, 14 - 18 marzo, 2005, en League City, Texas, resumen no. 1625 [online] Marzo 2005 [recuperado el 05.03.2007 ] Recuperado en internet <URL: <a href="http://www.lpi.usra.edu/meetmgs/lpsc2005/pdf/1625.pdf">http://www.lpi.usra.edu/meetmgs/lpsc2005/pdf/1625.pdf</a> > en la base de datos Smithsonian/NASA ADS. Astronomy abstracts system. Bibliographic code 2005.LPI. ...36.1625M <URL: <a href="http://adsabs.harvard.edu/cgi-bin/bib_query?2005LPI....36.1625M">http://adsabs.harvard.edu/cgi-bin/bib_query?2005LPI....36.1625M</a> >	1-9
<b>X</b>	ES 2199080 A1 (UNIV VALENCIA POLITÉCNICA ; CONSEJO SUPERIOR INVESTIGACIÓN) 01.02.2004, resumen; column 1, líneas 6-28;column 2, línea 57 - column 4, línea 7;column 6, línea 62 - column 7, línea 21;column 9, línea 38 - column 10, línea 63; figuras 8-10; reivindicaciones 16-18 y 22.	1-9

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.

05 Marzo 2007 (05.03.2007)

Fecha de expedición del informe de búsqueda internacional

08 marzo 2007 (08-03-2007)

Nombre y dirección postal de la Administración encargada de la búsqueda internacional

O.E.P.M.

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

Funcionario autorizado

A. Figuera González

Nº de teléfono +34 91 349 55 16

Recuadro II Observaciones cuando se estime que algunas reivindicaciones no pueden ser objeto de búsqueda (continuación del punto 2 de la primera hoja)

Este informe de búsqueda internacional no se ha realizado en relación a ciertas reivindicaciones por los siguientes motivos

- 1  Las reivindicaciones n°s se refieren a un objeto con respecto al cual esta Administración no está obligada a proceder a la búsqueda, a saber
  
- 2  Las reivindicaciones n°s 10 y 11 se refieren a elementos de la solicitud internacional que no cumplen con los requisitos establecidos, de tal modo que no pueda efectuarse una búsqueda provechosa, concretamente

El objeto de las reivindicaciones 10 y 11 no está definido de acuerdo con los requisitos establecidos en la regla 6 puesto que no se especifica ninguna característica técnica de la invención.

- 3  Las reivindicaciones n°s son reivindicaciones dependientes y no están redactadas de conformidad con los párrafos segundo y tercero de la regla 6 4(a)

Recuadro III Observaciones cuando falta unidad de invención (continuación del punto 3 de la primera hoja)

La Administración encargada de la Búsqueda Internacional ha detectado vanas invenciones en la presente solicitud internacional, a saber

- 1  Dado que todas las tasas adicionales requeridas han sido satisfechas por el solicitante dentro del plazo, el presente informe de búsqueda de tipo internacional comprende todas las reivindicaciones que pueden ser objeto de búsqueda
  
- 2  Dado que todas las reivindicaciones que pueden ser objeto de búsqueda podrían serlo sin realizar un esfuerzo que justifique tasas adicionales, esta Administración no requirió el pago de tasas adicionales
  
- 3  Dado que tan sólo una parte de las tasas adicionales requeridas ha sido satisfecha dentro del plazo por el solicitante, el presente informe de búsqueda de tipo internacional comprende solamente aquellas reivindicaciones respecto de las cuales han sido satisfechas las tasas, concretamente las reivindicaciones n°s
  
- 4  Ninguna de las tasas adicionales requeridas ha sido satisfecha por el solicitante dentro de plazo En consecuencia, el presente informe de búsqueda de tipo internacional se limita a la invención mencionada en primer término en las reivindicaciones, cubierta por las reivindicaciones n°s

- Indicación en cuanto a la protesta
- Se acompañó a las tasas adicionales la protesta del solicitante y, en su caso, el pago de una tasa de protesta
  - Se acompañó a las tasas adicionales la protesta del solicitante, pero la tasa de protesta aplicable no se pagó en el plazo establecido para ello
  - El pago de las tasas adicionales no ha sido acompañado de ninguna protesta

# INFORME DE BÚSQUEDA INTERNACIONAL

Información relativa a miembros de familias de patentes

Solicitud internacional n°

PCT/ ES 2006/070161

Documento de patente citado en el informe de búsqueda	Fecha de publicación	Miembro(s) de la familia de patentes	Fecha de publicación
E S 2199080 A	01.02.2004	W O 2004010147 A A U 2003281573 A E P 1553416 A U S 2005185175 A J P 2005533258 T	29.01.2004 09.02.2004 13.07.2005 25.08.2005 04.11.2005
-----			