



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



⑪ Número de publicación: **1 075 980**

⑫ Número de solicitud: U 201100703

⑬ Int. Cl.:
G01N 21/64 (2006.01)

⑭

SOLICITUD DE MODELO DE UTILIDAD

U

⑮ Fecha de presentación: **23.05.2008**

⑯ Solicitante/s: **Universidad Politécnica de Madrid
c/ Ramiro de Maeztu, 7
28040 Madrid, ES
Consejo Superior de Investigaciones Científicas**

⑰ Fecha de publicación de la solicitud: **19.01.2012**

⑱ Inventor/es: **Maraver Abad, Patricia;
Vassal'lo Saco, Jara;
Gutiérrez Ríos, Julio;
Esteban Orobio, Ángel;
Soto Macía, Iván;
Vassal'lo Sanz, Juan;
Gallego García, Elena y
Medrano Gil, Alejandro**

⑲ Agente: **Carvajal y Urquijo, Isabel**

⑳ Título: **Detector a distancia de sustancias fluorescentes.**

ES 1 075 980 U

DESCRIPCIÓN

Detector a distancia de sustancias fluorescentes.

5 **Objeto de la invención**

El objeto de protección es un instrumento detector a distancia de sustancias fluorescentes, que localiza sustancias fluorescentes a distancias entre 10 y 50 m, identifica el tipo de sustancias fluorescentes que localiza, está dotado de un movimiento que permite hacer una exploración sistemática de un área prefijada en el caso de que el instrumento se sitúe sobre un punto fijo del terreno, o hacer una exploración de una franja del terreno mediante movimiento de vaivén en el caso de que el instrumento se coloque sobre una plataforma móvil (coche o barco), y presenta un mapa de la zona explorada, indicando posición de las sustancias localizadas e identificándolas por distinto color sobre el mapa, así como el momento de la localización.

15 **Campo de la invención**

El campo de la invención está referido al uso del espectro electromagnético de fluorescencia para la localización e identificación a distancia de sustancias fluorescentes en medios acuáticos (mares, lagos, pantanos, ríos), y zonas costeras, así como el uso del espectro electromagnético de fluorescencia para la localización e identificación de sustancias fluorescentes en otros medios.

Antecedentes de la invención

Los fluorímetros son instrumentos, suficientemente conocidos, que permiten la obtención del espectro de fluorescencia de cualquier sustancia que se coloque en el receptáculo que para tal fin tienen estos instrumentos comerciales.

Hay también otros instrumentos que utilizan la tecnología láser para localizar la presencia de sustancias con capacidad de dar una respuesta de fluorescencia, como puede verse en el libro titulado "Láser Remote Sensing: Fundamentals and Applications", de Raymond M. Measures, y editado por Krieger Publishing Company, Malabar, Florida, en 1984, con ISBN 0-89464-619-2. Estos instrumentos permiten la localización e identificación de sustancias a distancia, tales como partículas de plomo en la salida de humos de fábricas, o de hidrocarburos en medios acuáticos.

En estos y otros documentos se muestran instrumentos basados en técnicas de fluorescencia capaces de localizar sustancias a grandes distancias (Fluorodetectores), por lo que los emisores de luz láser que utilizan para provocar la fluorescencia suelen ser muy potentes y, además, los dispositivos de recepción han de ser grandes y los sistemas de obtención del espectro bastante sofisticados. Esto hace que el instrumento sea complejo, pesado, voluminoso, y de coste elevado, siendo necesario utilizar vehículos grandes, o especialmente diseñados para su transporte.

Existen también instrumentos de pequeño tamaño, colocados en boyas para su uso en medios acuáticos, que analizan la fluorescencia del agua que pasa por su interior. Estas boyas permiten identificar la presencia de sustancias fluorescentes cuya existencia se desea confirmar. Tal es el caso de la patente US 5,461,236, de H.R Gram, M.P Jadamec y J.W. Johnson, titulada "Oil spill detection system", que además proporciona una identificación en tiempo real, lo que permite activar alarmas.

Otros instrumentos basados en esta técnica han sido diseñados y fabricados para diferentes usos y aplicaciones. Sin embargo, al hacer una búsqueda bibliográfica no se ha encontrado un instrumento que fuera versátil, fácil de transportar y que, si bien no fuera apto para detectar a grandes distancias, permitiera detectar sustancias fluorescentes a distancias medias (entre 10 y 50 metros), ni dotado de movimiento que permitiera hacer una búsqueda automática de la zona, bien desde una posición fija sobre el terreno, bien anclado sobre una plataforma móvil como un coche o un barco de vigilancia de pequeño calado. Todas esas circunstancias, reunidas en un instrumento facilitarían la localización e identificación de sustancias fluorescentes en áreas de interés tales como zonas costeras, la bocana de una bahía o puerto, cuencas de ríos, o zonas de referencia en lagunas o pantanos.

Descripción de la invención

El sistema de detección de sustancias fluorescentes tal que permita la localización de sustancias fluorescentes a media distancia que comprende, al menos:

(a) unos primeros medios emisores láser, tal que emita en la banda adecuada para la producción de fluorescencias en la familia de sustancias a localizar;

(b) unos segundos medios de recepción óptica a distancia;

(c) unos terceros medios de análisis de la banda espectral de fluorescencia de las sustancias a localizar;

(d) unos cuartos medios de conexión entre los segundos medios de recepción óptica a distancia y los terceros medios de análisis de la banda espectral de fluorescencia, de tal forma que la señal captada en dichos segundos medios sea analizada en dichos terceros medios; y

(e) unos quintos medios de control conectados con los primeros medios de emisión láser, con los segundos medios de recepción óptica a distancia y los terceros medios de análisis espectral;

de tal forma que los quintos medios de control habilitan la sincronización entre los primeros medios, los segundos medios y los terceros medios, habilitando la adquisición secuencial y el almacenamiento de los espectros de fluorescencia;

y donde, además, los primeros medios emisores láser y los segundos medios de recepción óptica a distancia están alineados, de tal forma que el receptor óptico de captación a distancia de fluorescencia pueda ser enfocado al punto de observación deseado, sobre el que incide el haz láser emitido.

y donde, además, los quintos medios de control habilitan la eliminación de ruido entrelazada y, además controlan el movimiento para variar el apuntamiento, permitiendo la exploración.

En un segundo aspecto de la invención, el método de detección de sustancias fluorescentes comprende, al menos, las siguientes etapas:

(i) una primera etapa de generación de un haz láser;

(ii) una segunda etapa de captaciones periódicas de la zona del espectro donde se produce la fluorescencia de las sustancias a localizar;

(iii) una tercera etapa de comparación entre el espectro capturado en la segunda etapa y los existentes en la base de datos propia de los medios de procesamiento, donde, además, este procedimiento se realiza de forma automática cada vez que se reconoce la presencia de una sustancia fluorescente;

(iv) una cuarta etapa de eliminación del ruido ambiental basada en la diferencia entre una captación con estimulación láser, conteniendo la respuesta más el ruido, y otra captación sin estimulación láser, conteniendo solamente el ruido, y donde ambas captaciones son consecutivas y separadas un tiempo mínimo, con el fin de que el ruido sea esencialmente similar en ambas captaciones, comprendiendo además las etapas de:

(a) una primera sub-etapa de aumento de la señal captada, integrando la señal resultante de vahos pulsos láser;

(b) una segunda sub-etapa de integración de captaciones entrelazadas en el tiempo, estimulando con un pulso láser e integrando la respuesta durante el mínimo tiempo que permita el espectrómetro siempre que éste sea superior a la duración de la emisión de fluorescencia;

(c) una tercera sub-etapa de integración de la captación del espectrómetro sin la estimulación del láser durante un tiempo equivalente sobre los resultados de la segunda sub-etapa, donde dicha integración se realiza con el signo opuesto;

donde al final de la tercera sub-etapa se repetiría la segunda sub-etapa sobre lo acumulado y así sucesivamente; y

(v) una quinta etapa de medida de apuntamiento, actitud y posición, así como análisis, integración y presentación de resultados, tal que permita definir la abertura del movimiento de vaivén, así como introducir los parámetros necesarios para el control e identificación del proceso de localización de sustancias fluorescentes, presentando los resultados en una pantalla en la que se presentan los puntos de muestreo sobre un mapa de zona, según avanza el muestreo, almacenando los datos referentes al espectro de fluorescencia, los datos de posición, orientación y momento procedentes de los medios y GPS.

La medida de la actitud es poder conocer la situación de los tres ejes del vehículo que transporta el instrumento, durante todo el tiempo que dura la operación de captura de información, ya que esto es determinante para saber a qué punto está mirando el instrumento. Con la medida de la posición sucede otro tanto.

El sistema y método así descrito tiene las siguientes características ventajosas respecto del actual estado de la técnica.

- Localiza e identifica sustancias fluorescentes a unas distancias comprendidas entre los 10 y los 50 metros.
- Tiene capacidad de movimiento, bien del sistema entero, bien un espejo deflector, que permite realizar una exploración sistemática de un área prefijada en el caso de que el instrumento se sitúe en un punto fijo del terreno, o bien hacer una exploración de una franja del terreno en el caso de que el instrumento se coloque sobre una plataforma móvil, por ejemplo, un coche o un barco.
- Presenta un mapa de la zona explorada, indicando la posición de las sustancias localizadas e identificándolas por distinto color sobre el mapa, así como el momento de la localización.

Breve descripción de las figuras

A continuación se pasa a describir de manera muy breve una serie de dibujos que ayudan a comprender mejor la invención y que se relacionan expresamente con una realización de dicha invención que se presenta como un ejemplo no limitativo de ésta.

Figura 1.- Diagrama de bloques del sistema de detección de sustancias fluorescentes, objeto de la presente invención.

Figura 2.- Gráfica representativa de la traza del espectro de fluorescencia obtenido con el sistema objeto de la invención, para una muestra de gasóleo A, antes de quitar el ruido procedente de la luz ambiental.

Figura 3.- Gráfica representativa de la traza del espectro de fluorescencia obtenido con el sistema objeto de la invención, para una muestra de gasóleo A, después de quitar el ruido procedente de la luz ambiental.

Figura 4.- Gráfica representativa de la traza del espectro de fluorescencia obtenido con el sistema objeto de la invención para una muestra de crudo Nome, en las mismas condiciones que la figura 3.

Figura 5.- Esquema de la compactación del equipo para hacerlo fácil de transportar, y del sistema de alineamiento.

Realización preferente de la invención

Tal y como puede observarse en la figura 1 el sistema de detección de sustancias fluorescentes tal que permita la localización de sustancias fluorescentes a media distancia comprende, al menos:

(a) unos primeros medios emisores láser (1), tal que emita en la banda adecuada para la producción de fluorescencias en la familia de sustancias a localizar, incluyendo un control de pulsos (3);

(b) unos segundos medios de recepción óptica a distancia (2);

(c) unos terceros medios de análisis de la banda espectral de fluorescencia (4) de las sustancias a localizar;

(d) unos cuartos medios de conexión entre los segundos medios de recepción óptica a distancia (2) y los terceros medios de análisis de la banda espectral de fluorescencia (4), de tal forma que la señal captada en dichos segundos medios sea analizada en dichos terceros medios; y

(e) unos quintos medios de control conectados con los primeros medios de emisión láser, con los segundos medios de recepción óptica a distancia y los terceros medios de análisis espectral;

de tal forma que los quintos medios de control habilitan la sincronización entre los primeros medios, los segundos medios y los terceros medios, habilitando la adquisición secuencial y el almacenamiento de los espectros de fluorescencia;

y donde, además, los primeros medios emisores láser (1) y los segundos medios de recepción óptica a distancia (2) están alineados, de tal forma que el receptor óptico de captación a distancia de fluorescencia pueda ser enfocado al punto de observación deseado, sobre el que incide el haz láser emitido.

y donde, además, los quintos medios de control habilitan la eliminación de ruido entrelazada y, además controlan el movimiento para variar el apuntamiento, permitiendo la exploración.

Los segundos medios de observación a distancia (2) comprenden, al menos un telescopio al que se acopla un colimador, tal que canalice la señal recibida.

Los terceros medios de análisis de la banda espectral de fluorescencia (4) comprenden, al menos, un espectrómetro.

Los quintos medios de control (11) actúan sobre, al menos:

(a) medios de eliminación de ruido ambiental (5);

(b) medios de control de movimiento en uno o dos ejes (9);

(c) medios de almacenamiento de datos (8); y

(d) medios de procesamiento de datos (7) e identificación de espectros (6) en una base de datos y presentación de resultados en un mapa, comprendiendo además medios de aviso e indicación en una pantalla (12) la presencia de un espectro reconocible de fluorescencia;

y donde, además, los medios de procesamiento de datos (7) comparan las trazas fluorescentes existentes e identificando, por comparación entre trazas de la base de datos (8), la sustancia que produce la fluorescencia.

5 El sistema además comprende un sistema de medida de apuntamiento, actitud y GPS (10) conectado con los quintos medios de control (11) de tal forma que en la presentación de resultados en la pantalla (12), las trazas sean localizadas en un mapa por sus coordenadas.

10 Los medios de control de movimiento en uno o dos ejes (9) comprenden un sistema mecánico dotado de una plataforma giratoria que proporciona un movimiento según uno o dos ejes de giro, a la que se acopla el instrumento de reconocimiento de sustancias fluorescentes o bien un espejo deflector.

15 Todos los componentes del sistema están contenidos en una sola carcasa y, en la posición de manejo, los primeros medios emisores láser y los segundos medios de recepción óptica a distancia quedan a una cierta altura sobre el suelo.

20 Para el reconocimiento, el instrumento objeto de protección, genera un haz láser y, mediante óptica telescópica y un espectrómetro, realiza captaciones periódicas de la zona del espectro donde se produce la fluorescencia de las sustancias a localizar. En caso de que aparezca una traza, se interpreta que se debe a la presencia de una sustancia fluorescente.

25 Para la identificación, el instrumento compara el espectro capturado en la etapa de reconocimiento, con los existentes en la base de datos instalada en el instrumento. Este proceso se realiza de forma automática cada vez que reconoce la presencia de una sustancia fluorescente, con lo que su identificación se obtiene en tiempo real.

30 Dado que la respuesta de fluorescencia de la mayor parte de las sustancias de interés se encuentra en su mayor parte en la parte visible del espectro electromagnético, la luz ambiental (ruido a efectos de captación) puede llegar a enmascarar la señal de fluorescencia. Para evitar estos efectos adversos, se implementa un sistema de eliminación de ruido basado en la diferencia entre una captación con estimulación láser (que contendrá la respuesta más el ruido) y otra captación sin estimulación láser (que contendrá solamente el ruido). Ambas captaciones han de ser consecutivas y separadas en el tiempo sólo lo mínimo, con el fin de que el ruido sea esencialmente el mismo en las dos captaciones. Puesto que para aumentar el nivel de señal captada es necesario que el espectrómetro integre la señal resultante de varios pulsos láser, el procedimiento consistirá en la integración de captaciones entrelazadas en el tiempo, es decir, estimular con un pulso láser e integrar la respuesta durante el mínimo tiempo que permita el espectrómetro siempre que éste sea superior al tiempo de emisión de fluorescencia; inmediatamente después, integrar sobre la integración anterior pero con el signo opuesto la captación del espectrómetro sin la estimulación del láser durante un tiempo equivalente; a continuación, se volvería a integrar sobre lo acumulado una nueva respuesta al láser y así sucesivamente. Para ello es necesario sustituir el software suministrado por el fabricante del espectrómetro por otro de elaboración propia de los inventores que tenga la capacidad de efectuar el proceso descrito. Igualmente, es necesario sincronizar la respuesta al láser con el tiempo de captación. A este sistema le denominaremos sistema entrelazado de eliminación de ruido.

40 El movimiento de vaivén se obtiene mediante un sistema mecánico dotado de una plataforma giratoria que proporciona un movimiento según uno o dos ejes de giro, a la que se acopla el instrumento de reconocimiento de sustancias fluorescentes o un espejo deflector. De este modo se puede explorar de forma continua o periódica, una línea de longitud determinada, como la transversal de un río, la bocana de una zona portuaria, o un área de referencia definida en un canal de transvase de agua o un embalse o pantano.

45 Un sistema software de control de procesos y manejo del instrumento permite definir el movimiento, así como introducir las características o parámetros necesarios para el control e identificación del proceso o campaña de localización de sustancias fluorescentes a realizar con el instrumento (lugar, fecha y características de la zona en exploración, entre otras). Cuando el instrumento se coloca sobre una plataforma móvil, la periodicidad en la adquisición de espectros (predefinida al inicio del proceso), y la velocidad de avance de la plataforma, determinan la resolución del muestreo.

50 Para la presentación de resultados, el instrumento está dotado de una pantalla en la que se presenta los puntos de muestreo sobre un mapa de la zona, según se vaya realizando el muestreo. Para ello el instrumento almacena junto con el espectro de fluorescencia, los datos de posición, orientación y momento procedentes de un sistema de medida de apuntamiento, actitud y GPS dotado de brújula electrónica, incorporado al instrumento.

55 En un ejemplo práctico de aplicación del sistema, el acoplamiento o conexión entre el telescopio y el espectrómetro se hace mediante una lente convergente en el interior de un tubo que se adapta a la salida del telescopio dispuesta para el acoplamiento de una cámara fotográfica. Dicho tubo lleva en el extremo opuesto al telescopio, una tapa con un conector FC para fibra óptica y posicionador XY del mismo. Entre mecanismo de enfoque del telescopio, la traslación de la lente en el tubo, y el posicionador, hay que conseguir que la mayor parte de la radiación captada por el telescopio se concentre en la entrada de la fibra óptica, bajo un ángulo pequeño con el fin de que la mayor parte de la radiación llegue al espectrómetro. El diámetro del núcleo de la fibra óptica a utilizar es de entre 600 μ y 1 mm.

REIVINDICACIONES

1. Detector a distancia de sustancias fluorescentes, **caracterizado** porque comprende:

(a) unos medios emisores láser (1) que emiten en la banda adecuada para la producción de fluorescencias en la familia de sustancias a localizar;

(b) unos medios de recepción óptica a distancia (2) que comprenden un telescopio al que se acopla un colimador, tal que canalice la señal recibida;

(c) unos medios de análisis de la banda espectral de fluorescencia (4) de las sustancias a localizar, que comprenden un espectrómetro;

(d) unos medios de conexión entre los medios de recepción óptica a distancia (2) y los medios de análisis de la banda espectral de fluorescencia (4); y

(e) unos medios de control (11) conectados con los medios emisores láser (1), con los medios de recepción óptica a distancia (2) y los medios de análisis de la banda espectral de fluorescencia (4);

(f) medios de control de movimiento en uno o dos ejes (9) conectados a los medios de control (1);

(g) medios de eliminación de ruido ambiental (5) conectados a los medios de control (1);

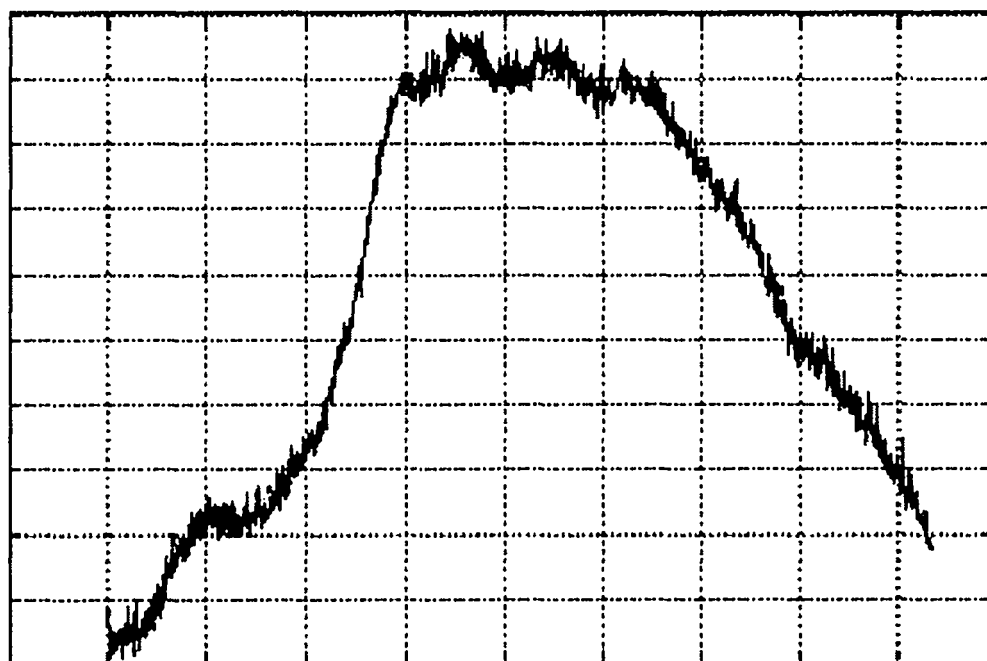
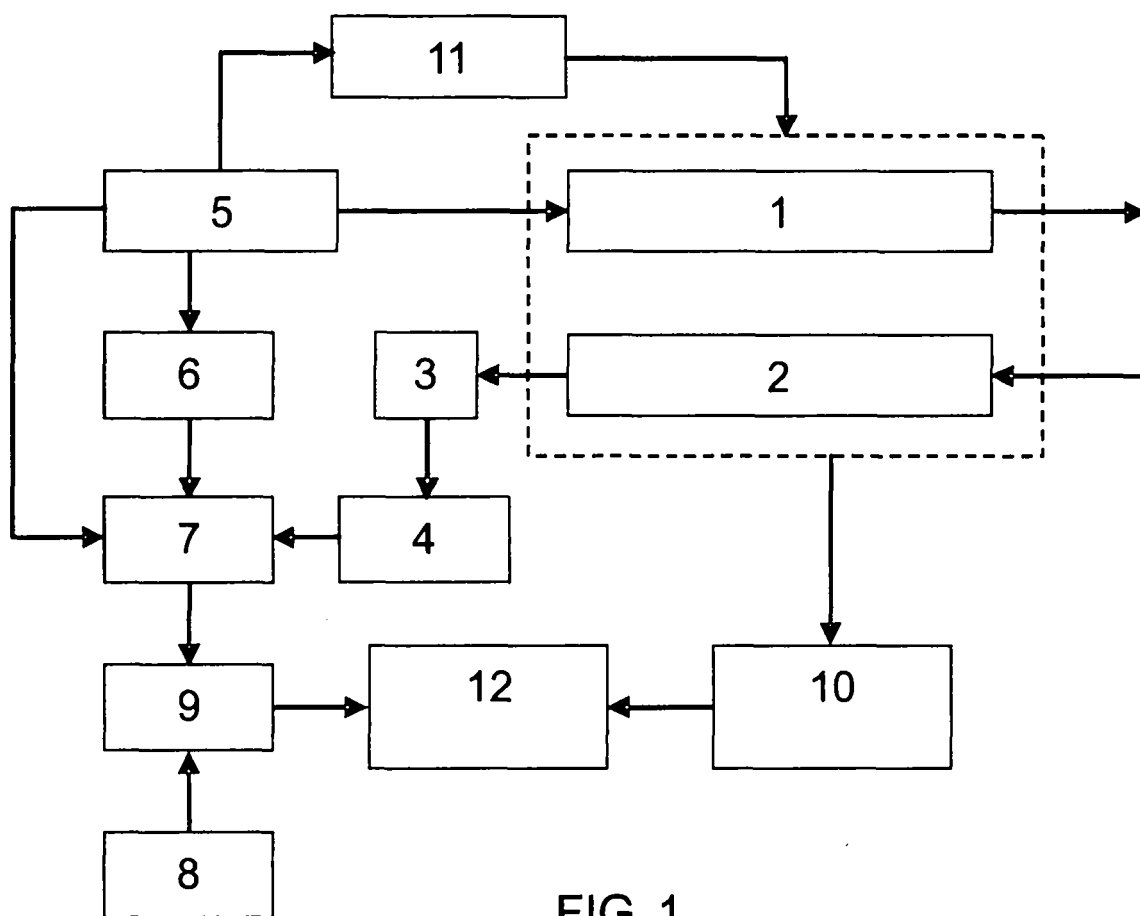
(h) medios de almacenamiento de datos (8) conectados a los medios de control (1);

(i) medios de procesamiento de datos (7) e identificación de espectros (6) en una base de datos y presentación de resultados en un mapa, comprendiendo además medios de aviso e indicación en una pantalla (12) la presencia de un espectro reconocible de fluorescencia.

2. Detector según la reivindicación 1, **caracterizado** porque comprende un GPS (10), conectado con los medios de control (11), y encargado de localizar en la presentación de resultados las trazas en un mapa por sus coordenadas.

3. Detector según cualquiera de las reivindicaciones 1-2, **caracterizado** porque los medios de control de movimiento en uno o dos ejes (9) comprenden un sistema mecánico dotado de una plataforma giratoria encargado de proporcionar un movimiento de vaivén según un eje de giro, a la que se acopla el instrumento de reconocimiento de sustancias fluorescentes o bien un espejo deflector.

4. Detector según reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque todos los componentes del sistema están contenidos en una sola carcasa.



ES 1 075 980 U

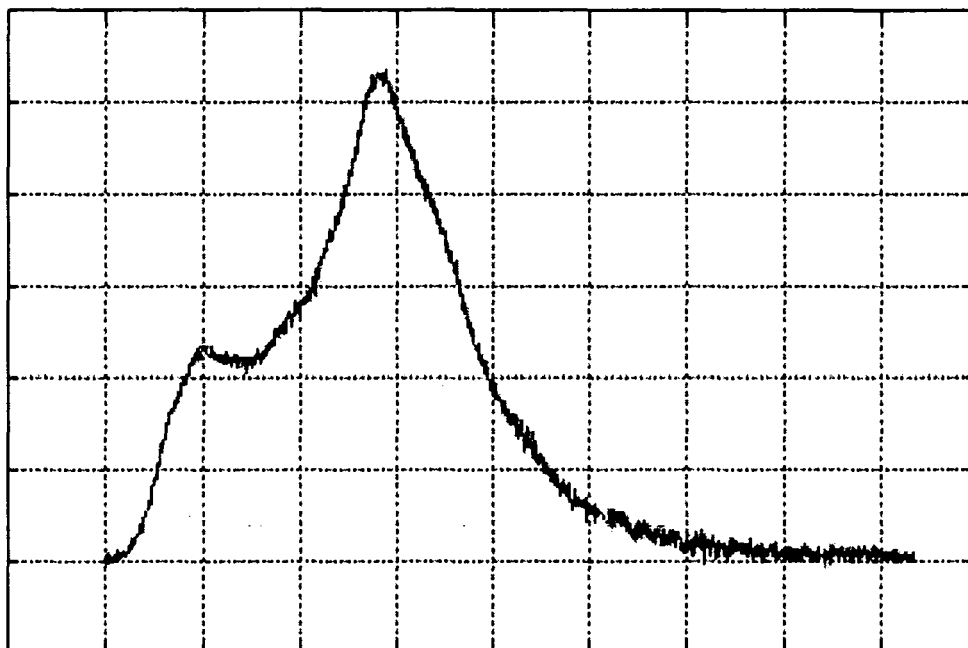


FIG. 3

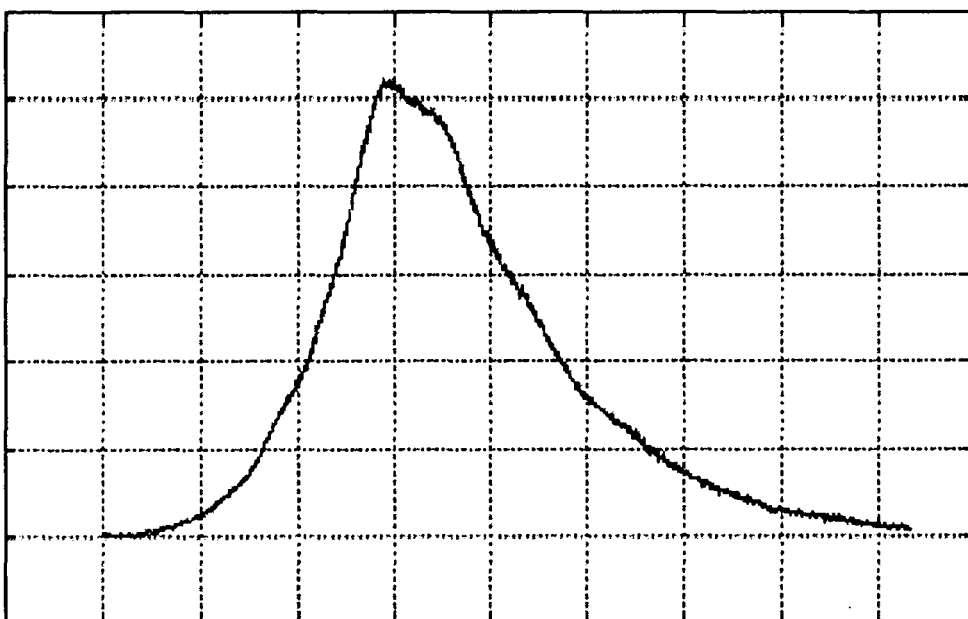


FIG. 4

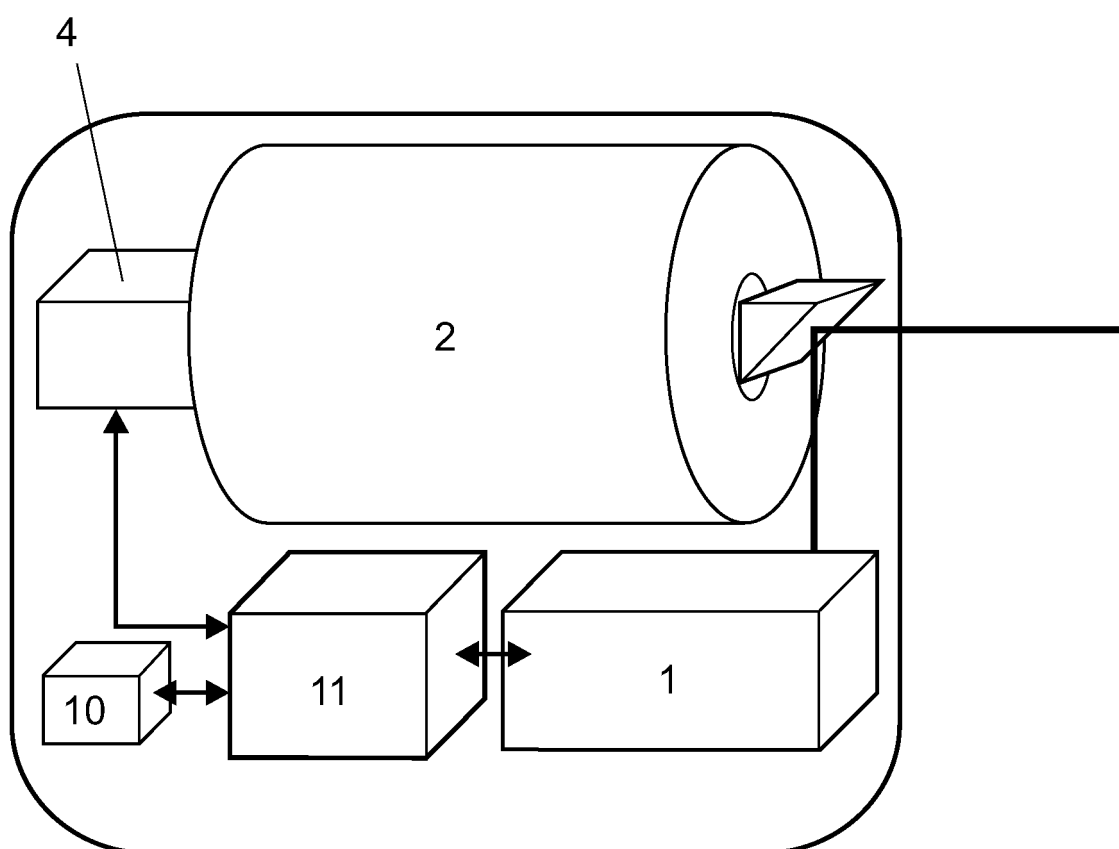


FIG. 5