

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

(19) Organización Mundial de la Propiedad  
Intelectual  
Oficina internacional



(10) Número de Publicación Internacional  
**WO 2009/141473 A2**

(43) Fecha de publicación internacional  
26 de noviembre de 2009 (26.11.2009)

PCT

- (51) Clasificación Internacional de Patentes: Sin clasificar
- (21) Número de la solicitud internacional: PCT/ES2009/000282
- (22) Fecha de presentación internacional: 21 de mayo de 2009 (21.05.2009)
- (25) Idioma de presentación: español
- (26) Idioma de publicación: español
- (30) Datos relativos a la prioridad: P200801538 23 de mayo de 2008 (23.05.2008) ES
- (71) Solicitantes (para todos los Estados designados salvo US): **UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID** [ES/ES]; C/ Ramiro de Maeztu, Nº 7, 28040 Madrid (ES). **CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS** [ES/ES]; C/ Serrano, Nº 142, 28006 Madrid (ES).
- (72) Inventores; e
- (75) Inventores/Solicitantes (para US solamente): **VASSAL' LO SANZ, Juan** [ES/ES]; C/ Serrano, Nº 142, 28006 Madrid (ES). **VASSAL' LO SACO, Jara** [ES/ES]; C/Ramiro de Maeztu, Nº 7, 28040 - Madrid (ES). **GUTIÉRREZ RÍOS, Julio** [ES/ES]; C/Ramiro de Maeztu, Nº 7, 28040 - Madrid (ES). **SOTO MACÍA, Iván** [ES/ES]; C/Ramiro de Maeztu, Nº 7, 28040 - Madrid (ES). **GALLEGO GARCÍA, Elena** [ES/ES]; C/

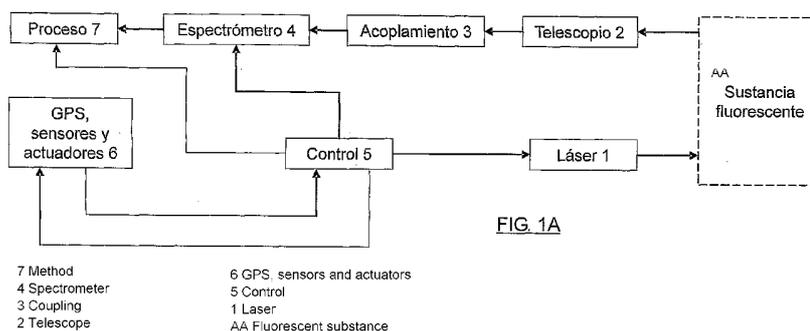
Ramiro de Maeztu, Nº 7, 28040 - Madrid (ES). **MARAVÉR ABAD, Patricia** [ES/ES]; C/Ramiro de Maeztu, Nº 7, 28040 - Madrid (ES). **ESTEBAN OROBIO, Ángel** [ES/ES]; C/Ramiro de Maeztu, Nº 7, 28040 - Madrid (ES). **MADRANO GIL, Alejandro** [ES/ES]; C/Ramiro de Maeztu, Nº 7, 28040 - Madrid (ES).

- (74) Mandatarios: **CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel** et al.; C/O CLARKE MODET & Co., C/Goya nº11, 28001-Madrid (ES).
- (81) Estados designados (a menos que se indique otra cosa, para toda clase de protección nacional admisible): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) Estados designados (a menos que se indique otra cosa, para toda clase de protección regional admisible): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), euroasiática (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europea (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO,

[Continúa en la página siguiente]

(54) Title: DETECTOR FOR THE REMOTE DETECTION OF FLUORESCENT SUBSTANCES

(54) Título: DETECTOR A DISTANCIA DE SUSTANCIAS FLUORESCENTES



(57) Abstract: The invention relates to a system and method for the detection of fluorescent substances, which can be used to locate fluorescent substances situated at an intermediate distance, including at least: laser emitting means emitting in a suitable band in order to produce fluorescences from the family of substances to be located; remote optical receiving means; means for analysing the fluorescence spectral band of the substances to be located; and control means for controlling the laser emitting means and the spectral analysis means, enabling the synchronism necessary for the application of an interlinked ambient noise elimination method, so as to locate the fluorescent trace remotely.

(57) Resumen: Sistema y método de detección de sustancias fluorescentes tal que permita la localización de sustancias fluorescentes a media distancia que comprende, al menos, medios emisores láser, tal que emitan en la banda adecuada para la producción de fluorescencias en la familia de sustancias a localizar; medios de recepción óptica a distancia; medios de análisis de la banda espectral de fluorescencia de las sustancias a localizar; y medios de control que controla a los medios de emisión láser, y a los medios de análisis espectral habilitando el sincronismo necesario para aplicar el método entrelazado de eliminación de ruido ambiental; de tal forma que se consiga localizar a distancia la traza fluorescente.

WO 2009/141473 A2



---

SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG). **Publicada:**

— *sin informe de búsqueda internacional, será publicada nuevamente cuando se reciba dicho informe (Regla 48.2(g))*

## DETECTOR A DISTANCIA DE SUSTANCIAS FLUORESCENTES

### Objeto de la invención

El objeto de protección es un instrumento detector a distancia de sustancias  
5 fluorescentes, que localiza sustancias fluorescentes a distancias medias,  
aproximadamente entre 10 y 50m, 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 en el caso de que el  
10 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  
20 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  
25 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 "Laser Remote Sensing: Fundamentals and  
Applications", de Raymond M. Measures, y editado por Krieger Publishing Company,  
30 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 distancias grandes  
35 (Fluorodetectores), normalmente desde un avión, por lo que los emisores de luz láser

- 2 -

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  
5 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 mediante técnicas similares a las de un fluorímetro. Estas boyas permiten identificar la presencia de sustancias fluorescentes cuya existencia se desea  
10 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  
15 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.

#### 25 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 medios emisores láser, tal que emitan en la banda adecuada para la producción de fluorescencias en la familia de sustancias a localizar;
- 30 (b) unos medios de recepción óptica a distancia;
- (c) unos medios de análisis de la banda espectral de fluorescencia de las sustancias a localizar;
- (d) unos medios de conexión o acoplamiento entre los medios de recepción óptica a distancia y los de análisis de la banda espectral de fluorescencia, de tal forma

- 3 -

que no se produzcan pérdidas significativas de la señal captada y pueda ser analizada en los medios de análisis espectral;

(e) unos medios de control que controlan a los medios de emisión láser, los medios de análisis espectral y en general a todos los actuadores del sistema. Dichos  
5 medios de control recibirán información de todos los sensores del sistema, como pueden ser un receptor GPS, los sensores de actitud del vehículo transportador y los de apuntamiento; y

(f) unos medios de procesamiento y presentación de datos que recibe información suministrada por los medios de análisis espectral y de los medios de  
10 control. Las funciones básicas de los medios de procesamiento son la eliminación del ruido ambiental, la identificación de las sustancias a partir del espectro obtenido, y la presentación visual de los resultados.

de tal forma que los medios de control habilitan la sincronización entre los medios de emisión láser y los medios de análisis espectral, habilitando la adquisición  
15 secuencial y el almacenamiento de los espectros de fluorescencia;

y donde, además, los medios emisores láser y los medios de recepción óptica a distancia están alineados, de tal forma que los medios de recepción óptica puedan apuntar al punto de observación deseado, y que éste siempre coincida con el punto donde incide el emisor láser inductor de la fluorescencia.

20 y donde, además, los 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:

25 (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 eliminación del ruido ambiental basada en la diferencia entre una captación con estimulación láser, conteniendo la respuesta más el  
30 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.

(iv) una cuarta etapa de comparación entre el espectro capturado en la tercera etapa y los existentes en la base de datos propia de los medios de procesamiento,

- 4 -

donde, además, este procedimiento se realiza de forma automática cada vez que se reconoce la presencia de una sustancia fluorescente;

Lo que se denomina "sistema diferencial de eliminación de ruido" consiste en hacer una captación con láser y otra sin láser. Cada captación puede integrar una  
5 ráfaga de varios pulsos para obtener más señal. Cuando se hace una captación emitiendo láser, se obtiene la señal de fluorescencia más el ruido. Cuando se hace una captación sin disparar el láser, sólo se recibe ruido. Si ambas captaciones tienen la misma duración y están próximas en el tiempo, el ruido ha de ser similar. Por consiguiente, haciendo la diferencia entre la captación con láser y la captación sin  
10 láser se obtiene la señal de fluorescencia sin ruido. El procedimiento, se basa en que si las dos captaciones son muy próximas en el tiempo, el ruido habrá variado muy poco entre una captación y otra, con lo que el ruido de ambas captaciones será muy similar.

El procedimiento entrelazado consiste en intercalar ambas captaciones y sólo  
15 permitir la entrada de señal durante los periodos de tiempo en los que hay fluorescencia.

De acuerdo con esta explicación, la tercera etapa de eliminación de ruido comprende las siguientes subetapas:

(a) una primera sub-etapa de aumento de la señal captada, integrando  
20 la señal resultante de varios 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 tiempo mínimo que permita la captación de toda la fluorescencia, es decir, éste tiempo debe ser superior a la  
25 duración de la emisión de la fluorescencia de cualquiera de las sustancias detectables posibles;

(c) una tercera sub-etapa de integración de la captación del espectrómetro sin la estimulación del láser durante un tiempo igual al de la segunda sub-etapa, donde dicha integración se realiza con  
30 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  
35 del movimiento de vaivén, así como introducir los parámetros necesarios para el

- 5 -

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 sensores 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 aproximadamente entre los 10 y los 50 metros.
- Tiene capacidad de movimiento, bien del sistema entero, bien de un espejo deflector, que permita 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, un barco o un vehículo aéreo no tripulado de vuelo bajo.
- 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.

FIGURAS 1A, 1B y 1C.- Diagrama de bloques del sistema de detección de sustancias fluorescentes, objeto de la presente invención.

FIGURA 2.- Diagrama del procedimiento de eliminación de ruido entrelazado.

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, antes de eliminar el ruido procedente de la luz ambiental.

- 6 -

FIGURA 4.- 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 eliminar el ruido procedente de la luz ambiental.

5 FIGURA 5.- Gráfica representativa de la traza del espectro de fluorescencia obtenido con el sistema objeto de la invención para una muestra de crudo Norne, en las mismas condiciones que la figura 3.

FIGURA 6.- Esquema de la compactación del equipo para hacerlo fácil de transportar, y del sistema de alineamiento, donde por simplicidad no se ha representado el espejo deflector.

10

#### Realización preferente de la invención:

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

15 (a) unos medios emisores láser (1), tal que emitan 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);

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

20 (d) unos medios de conexión o acoplamiento (3) entre los medios de recepción óptica a distancia (2) y los medios de análisis de la banda espectral de fluorescencia (4), de tal forma que no se produzcan pérdidas significativas de la señal captada en (2) y pueda ser analizada en los medios de análisis espectral (4);

(e) unos medios de control (5) que controlan a los medios de emisión láser (1),  
25 los medios de análisis espectral (2) y en general a todos los actuadores del sistema. Dichos medios de control recibirán información de todos los sensores del sistema (6), como pueden ser un receptor GPS, los sensores de actitud del vehículo transportador y los de apuntamiento; y

(f) unos medios de procesamiento y presentación de datos (7) que recibe  
30 información suministrada por los medios de análisis espectral (4) y de los medios de control (5). Las funciones básicas de los medios de procesamiento son la eliminación del ruido ambiental (71), la identificación de las sustancias a partir del espectro obtenido (73), y la presentación visual de los resultados (74).

Los medios de control (5) habilitan la sincronización entre los medios de  
35 emisión (1) y los medios de análisis espectral (4), habilitando la adquisición secuencial

- 7 -

y el almacenamiento de los espectros de fluorescencia. Los medios emisores láser (1) y los medios de recepción óptica a distancia (2) están alineados, de tal forma que los medios de recepción óptica (2) puedan apuntar al punto de observación deseado, y que éste siempre coincida con el punto donde incide el emisor láser inductor de la fluorescencia. Los medios de control habilitan la eliminación de ruido entrelazada y, además controlan el movimiento para variar el apuntamiento, permitiendo la exploración.

En el bloque 6 se engloban todos los sensores (incluyendo el GPS) y actuadores, entre los que figuran los motores para el movimiento en uno o dos ejes. De forma que los medios de control (5) también controlan ese movimiento.

Tanto el sistema de apuntamiento como la alineación se encuentran representados en la **Figura 1C**. Un pequeño espejo sitúa el eje de emisión del láser en coincidencia con el eje de captación del telescopio (medios de recepción óptica (2)), consiguiendo el pretendido alineamiento. Un segundo espejo más grande redirige ese eje hacia el punto que se desea observar. Este espejo sería basculante en uno o dos ejes. Cuando el instrumento va a bordo de un vehículo, el espejo tendría un solo eje que haría bascular el espejo en sentido transversal a la trayectoria con el fin de poder explorar una franja del terreno, a medida que el vehículo se desplaza.

Los medios de observación a distancia (2) comprenden, al menos un telescopio al que se acopla un colimador (3), tal que canalice la señal recibida hacia los medios de análisis espectral con el mínimo de pérdidas de señal. Este acoplamiento (3) se puede realizar mediante fibra óptica o de forma directa. En cualquiera de los casos es necesario el colimador: en el caso de la fibra porque es necesario concentrar e introducir toda la señal en el pequeño núcleo de la fibra y en el caso del acoplamiento directo, porque hay que concentrar la señal en la rendija de entrada de los medios de análisis espectral (4).

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

Los medios de control (5) actúan sobre, al menos:

- (a) medios de eliminación de ruido ambiental (71);
- (b) medios de control de movimiento en uno o dos ejes;
- (c) medios de procesamiento de datos (7) e identificación de espectros (73) en una base de datos (72) y presentación de resultados (74) en un mapa, comprendiendo además medios de aviso e indicación en una pantalla la presencia de un espectro reconocible de fluorescencia.

- 8 -

Los medios de procesamiento de datos (7) comparan las trazas fluorescentes existentes e identificando, por comparación con las trazas de la base de datos (72), la sustancia que produce la fluorescencia.

5 El sistema además comprende un sistema de medida de apuntamiento, actitud y GPS (6) conectado con los medios de control (5) de tal forma que en la presentación de resultados en la pantalla (74), las trazas sean localizadas en un mapa por sus coordenadas.

10 Los medios de control de movimiento en uno o dos ejes 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.

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

15 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.

20 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.

25 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  
30 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. Como se ve en la **Figura 2**, en la ráfaga de captación se entrelaza un intervalo de captación con láser y otro sin láser pero, además, la captación con o sin láser se realiza durante el tiempo  
35 necesario para que entre la señal de fluorescencia, interrumpiéndose durante el resto

del tiempo, de forma que no siga entrando ruido cuando no hay señal. Si se tiene en cuenta que el tiempo entre los pulsos del láser es muchísimo mayor que el tiempo durante el que aparece la fluorescencia (típicamente 20 milisegundos frente a unos 100 nanosegundos), se concluye en que la mejora en la eliminación de ruido es sustancial. En la figura no se ha guardado esa relación de tiempos tan marcada, para poder visualizar los intervalos de captación, etc.

Como se ve en dicha Figura 2, en el intervalo de captación después del láser se suma la señal captada, mientras que en el siguiente se resta. Como el segundo intervalo sólo contiene ruido el resultado de las dos captaciones es la señal de fluorescencia limpia de ruido. No obstante, como la señal recibida es débil, conviene acumular los resultados de varios pulsos láser consecutivos.

El sincronismo entre el disparo del láser y los intervalos de captación, así como las acumulaciones de señal, es completamente necesario ya que hay que ajustar los intervalos a los tiempos de emisión de fluorescencia.

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.

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.

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.

Para la presentación de resultados, el instrumento está dotado de una pantalla en la que se presentan 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.

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  $600\mu$  y  $1\text{mm}$ .

La **Figura 3** muestra una 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 eliminar el ruido procedente de la luz ambiental.

La **Figura 4** muestra una 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 eliminar el ruido procedente de la luz ambiental.

La **Figura 5** muestra una gráfica representativa de la traza del espectro de fluorescencia obtenido con el sistema objeto de la invención para una muestra de crudo Norne, en las mismas condiciones que la figura 3.

La **Figura 6** representa un esquema de la compactación del equipo para hacerlo fácil de transportar, y del sistema de alineamiento.

- 11 -

Reivindicaciones

1.- Sistema de detección de sustancias fluorescentes tal que permita la localización de sustancias fluorescentes a media distancia, **caracterizado porque** comprende, al menos:

5 (a) unos medios emisores láser (1), configurados para emitir 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) alineados con los medios emisores láser (1), de forma que los medios de recepción óptica (2) puedan apuntar al punto de observación deseado, y que éste siempre coincida con el punto donde incide  
10 el emisor láser inductor de la fluorescencia;

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

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

(e) unos medios de control (5) configurados para:

- controlar a los medios emisores láser (1) y los medios de análisis espectral (4);

20 - habilitar la sincronización entre los medios emisores láser (1) y los medios de análisis espectral (4);

- habilitar la adquisición secuencial de los espectros de fluorescencia;

- habilitar la eliminación de ruido entrelazada;

- controlar el movimiento para variar el apuntamiento y permitir la exploración; y

25 (f) unos medios de procesamiento de datos (7) que comprenden medios de eliminación de ruido ambiental (71), estando dichos medios de procesamiento de datos (7) configurados para:

- recibir información suministrada por los medios de análisis de la banda espectral de fluorescencia (4) y por los medios de control (5);

30 - eliminar el ruido ambiental;

- identificar las sustancias a partir del espectro obtenido por los medios de análisis espectral (4).

2.- Sistema según la reivindicación 1 **caracterizado porque** los medios de observación a distancia (2) comprenden, al menos un telescopio al que se acopla un  
35 colimador, tal que canalice la señal recibida.

- 12 -

3.- Sistema según reivindicaciones 1 y 2 **caracterizado porque** los medios de análisis de la banda espectral (4) de fluorescencia comprenden, al menos, un espectrómetro.

5 4.- Sistema según reivindicaciones 1 a 3 **caracterizado porque** los medios de control (5) comprenden medios de control de movimiento en uno o dos ejes configurados para habilitar la alineación entre los medios emisores láser (1) y los medios de recepción óptica a distancia (2);

10 **y porque** los medios de procesamiento de datos (7) están configurados para comparar las trazas fluorescentes existentes e identificar, por comparación con las trazas de una base de datos (72), la sustancia que produce la fluorescencia.

5.- Sistema según reivindicaciones 1 a 4 **caracterizado porque** comprende un GPS (6) conectado con los medios de control (5) de tal forma que en la presentación de resultados, las trazas sean localizadas en un mapa por sus coordenadas.

15 6.- Sistema según reivindicación 4 **caracterizado porque** los medios de control de movimiento en uno o dos ejes comprenden un sistema mecánico dotado de una plataforma giratoria que proporciona 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.

20 7.- Sistema según reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** todos los componentes del sistema están contenidos en una sola carcasa.

8.- Sistema según reivindicaciones anteriores **caracterizado porque** en la posición de manejo, los medios emisores láser (1) y los medios de recepción óptica a distancia (2) quedan a una altura sobre el suelo comprendida entre 0,5 y 1,5m.

25 9. Sistema según reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** los medios de procesamiento de datos (7) están configurados para presentar visualmente los resultados en un mapa y comprenden además medios de aviso e indicación en una pantalla la presencia de un espectro reconocible de fluorescencia.

10.- Método de detección de sustancias fluorescentes, **caracterizado porque** comprende, al menos, las siguientes etapas:

30 (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;

35 (iii) una tercera 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

- 13 -

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 sub-etapas de:

- 5 (a) una primera sub-etapa de aumento de la señal captada, integrando la señal resultante de varios 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;
- 10 (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;
- 15 donde al final de la tercera sub-etapa se repetiría la segunda sub-etapa sobre lo acumulado y así sucesivamente; y
- (iv) una cuarta etapa de comparación entre el espectro capturado en la tercera 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;
- 20 (v) una quinta etapa de medida de apuntamiento y posición, 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 sensores y GPS.
- 25

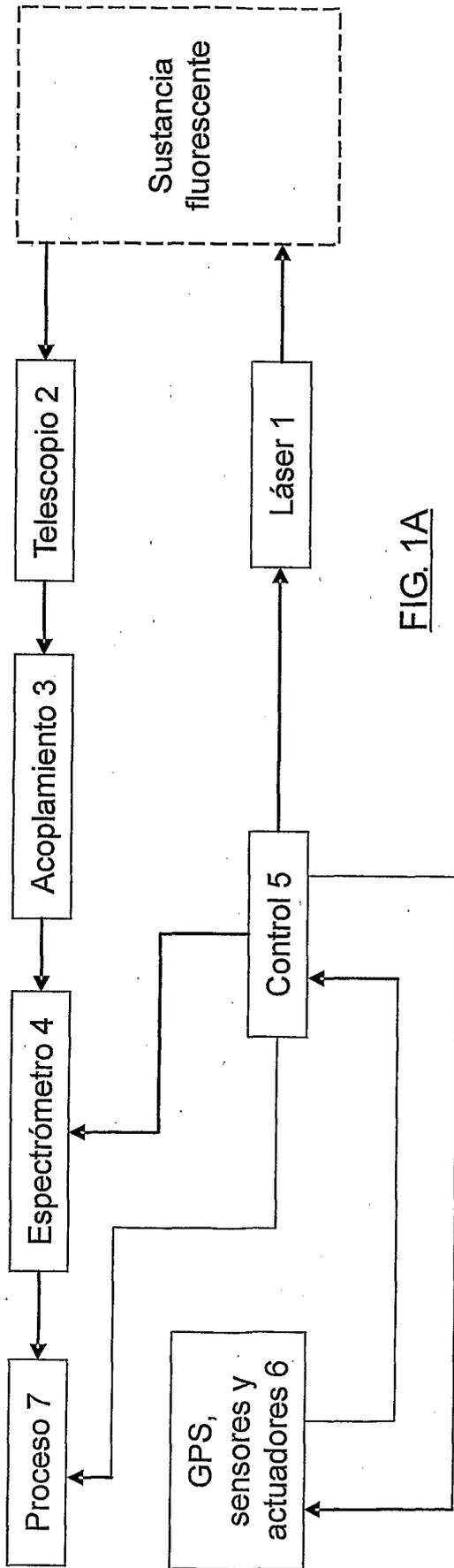


FIG. 1A

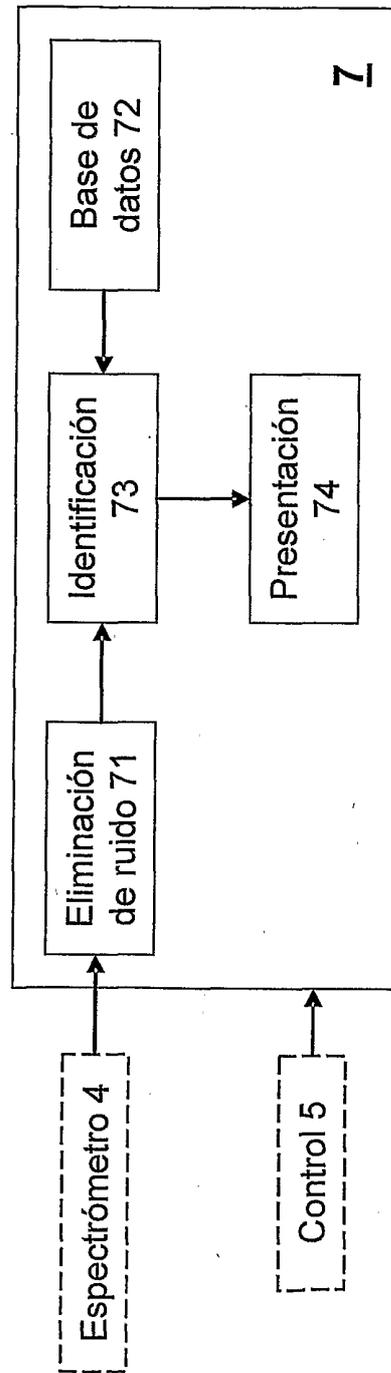


FIG. 1B

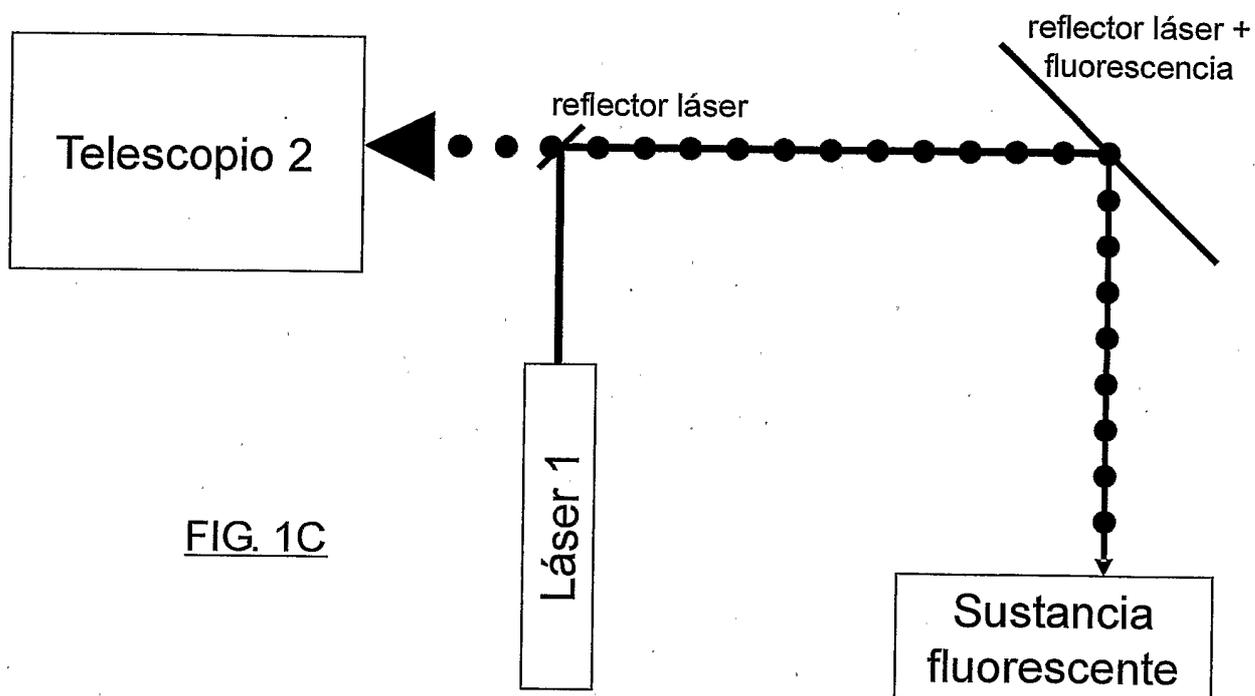


FIG. 1C

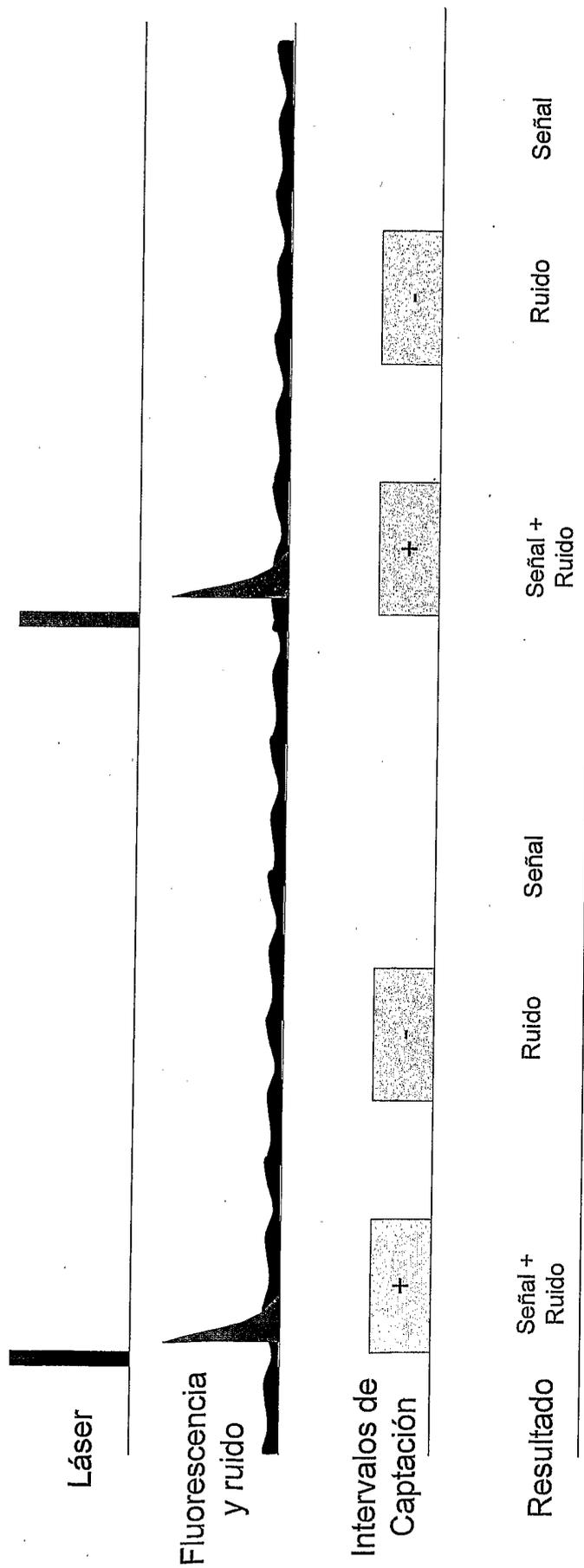


FIG. 2

4 / 5

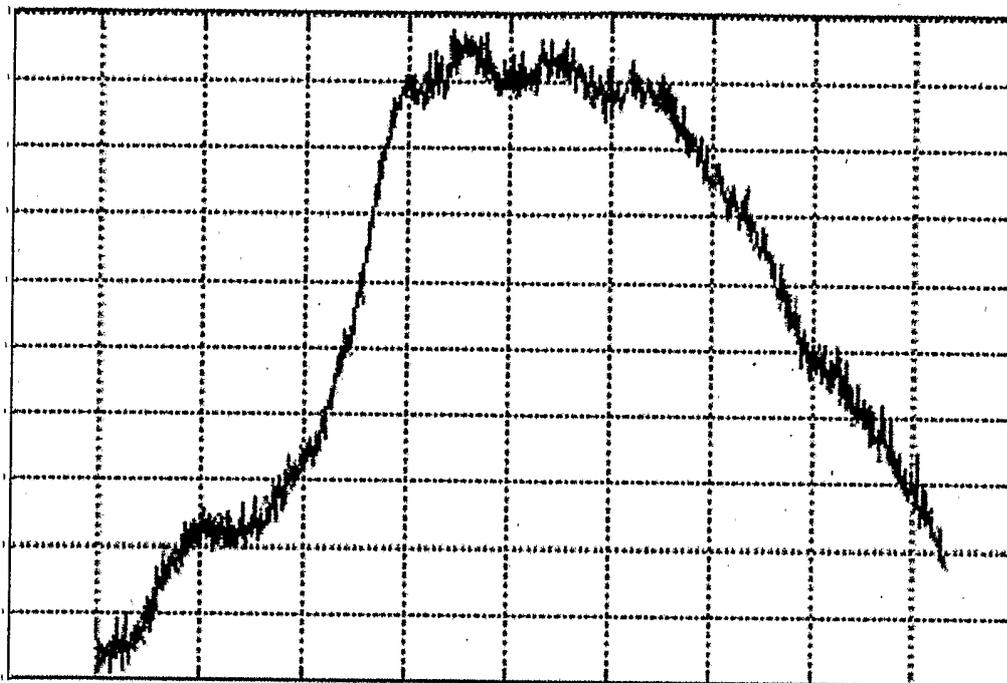


FIG. 3

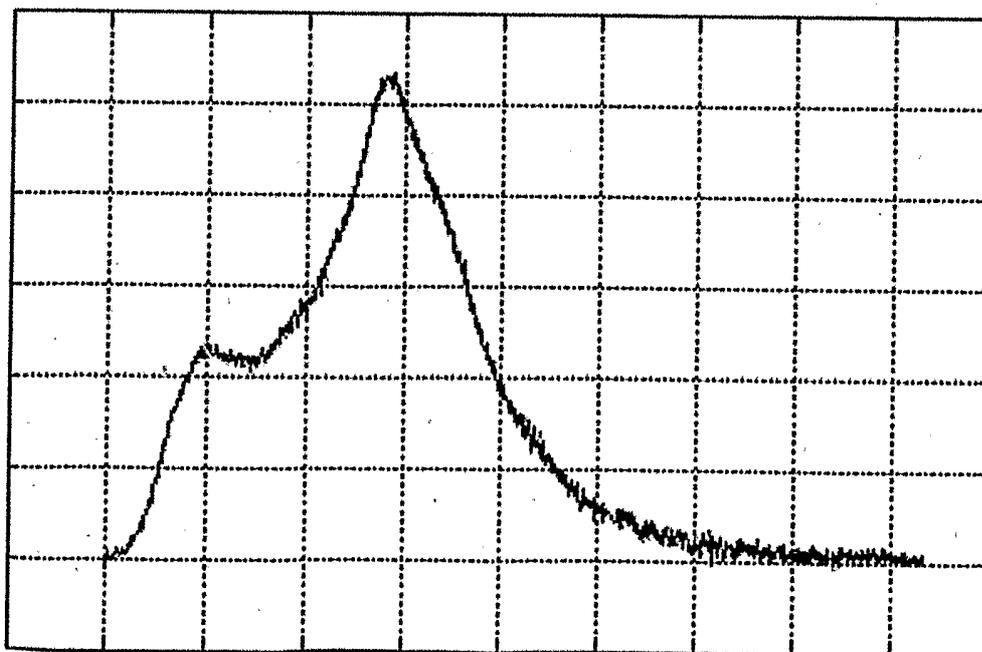


FIG. 4

5 / 5

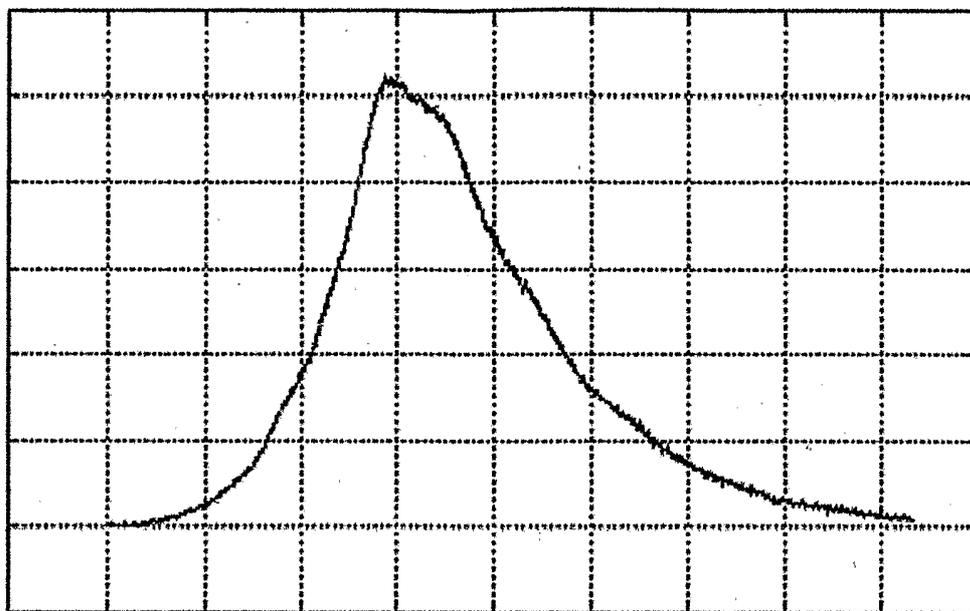


FIG. 5

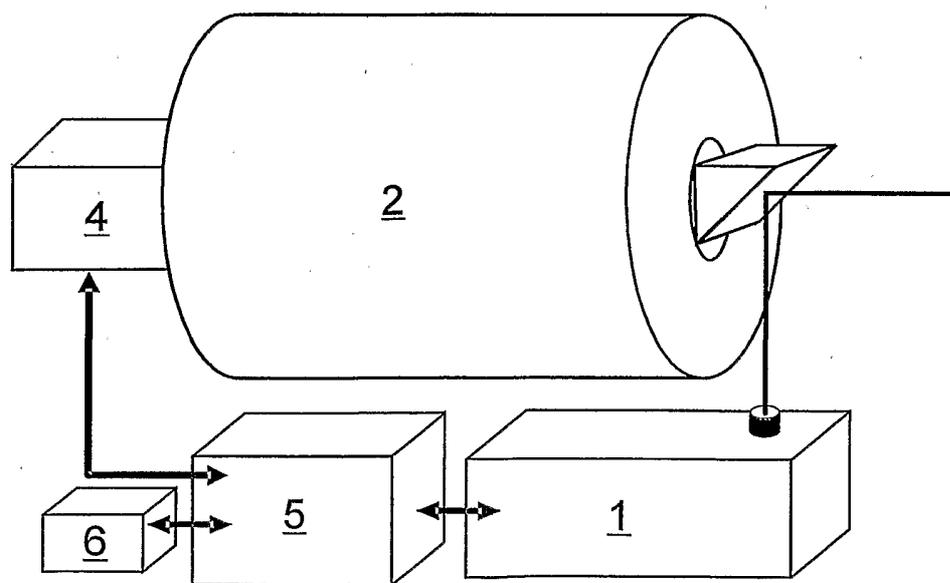


FIG. 6