

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 572 745**

51 Int. Cl.:

G01W 1/08 (2006.01)

G01N 15/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.09.2011** **E 11775818 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.03.2016** **EP 2622387**

54 Título: **Detección de aerosol**

30 Prioridad:

27.09.2010 GB 201016222

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
02.06.2016

73 Titular/es:

**NATURAL ENVIRONMENT RESEARCH COUNCIL
(33.0%)**

**Polaris House North Star Avenue
Swindon, Wiltshire SN2 1EU, GB;**

**THE SECRETARY OF STATE FOR BUSINESS,
INNOVATION AND SKILLS OF THE UNITED
KINGDOM OF GREAT BRITAIN AND NORTHERN
IRELAND (33.0%) y**

UNIVERSITY OF LEEDS (33.0%)

72 Inventor/es:

**WOOLLEY, ALAN MICHAEL;
MOBBS, STEPHEN DAVID y
HAYWARD, JAMES MATTHEW**

74 Agente/Representante:

ARIAS SANZ, Juan

ES 2 572 745 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Detección de aerosol

La invención se refiere a un aparato y métodos para detección de aerosol, y particularmente para la detección de partículas sólidas, tales como partículas de ceniza, polvo, hielo, nieve, lluvia o contaminación, en la atmósfera.

5 Los materiales particulados aerotransportados normalmente se detectan y analizan sobre grandes regiones de la atmósfera por medio de instrumentación de detección de partículas compleja montada en una aeronave. Por ejemplo, un espectrómetro de aerosol puede estar montado en una aeronave, y la aeronave puede entonces volar a través de la atmósfera con aire que se extrae a través del espectrómetro mediante una bomba de vacío. Determinados espectrómetros de aerosol disponibles comercialmente, tales como el modelo 1,129 Sky-OPC
10 fabricado por Grimm Aerosol Technik GmbH & Co KG, están diseñados específicamente para investigación atmosférica, y permiten registrar datos en relación con tamaño de partícula y densidad de partícula en una tarjeta de almacenamiento de datos integrada en función del tiempo y/o la posición de una aeronave en la que está montado el espectrómetro. Sin embargo, tales dispositivos son complejos y costosos. Requieren un tiempo y esfuerzo significativos para instalarse en la aeronave. El análisis de partículas en dispositivos de este tipo se lleva a cabo normalmente por medio de mediciones de dispersión óptica en las que luz procedente de un láser o LED se dispersa mediante las partículas, y la presencia, tamaño y densidad de las partículas se deduce a partir de mediciones de luz dispersada. Esto implica una compleja disposición de detectores y recursos de procesamiento informático complejos. Además, generalmente se requieren aeronaves de investigación dedicadas debido a las regulaciones de certificación de seguridad de aeronaves. Esto quiere decir que aeronaves comerciales que vuelan a través de una
20 región dada de la atmósfera, y que podrían posiblemente recoger datos sobre materiales particulados aerotransportados en función de la posición en la región, no pueden aprovecharse para recoger tales datos. Un ejemplo de detección de precipitación se da a conocer en el documento US2008/0246490 A1. Un ejemplo de sistema de monitorización de condición atmosférica se da a conocer en el documento US5654700.

25 Un primer aspecto de la presente invención proporciona un aparato de detección de aerosol que comprende una aeronave que tiene un elemento dieléctrico comprendido en el cuerpo de la misma de manera que una superficie del elemento dieléctrico forma parte de la superficie exterior de la aeronave, y medios de detección ubicados en el interior de la aeronave y dispuestos para detectar un campo eléctrico que resulta de la polarización del elemento dieléctrico.

30 Cuando la aeronave vuela a través del espacio aéreo que contiene partículas aerotransportadas, tales como polvo o ceniza por ejemplo, el elemento dieléctrico se polariza de modo que aparece carga inducida sobre la superficie del elemento dieléctrico opuesta a la que forma parte de la superficie exterior de la aeronave. Mediante la detección de un campo eléctrico dentro de la aeronave que resulta de esta carga inducida, puede deducirse la presencia de partículas en la atmósfera. Dado que los cuerpos de aeronave son normalmente metálicos, se ha asumido previamente que si una aeronave fuera a cargarse por cualquier motivo, no habría presente campo eléctrico alguno en el interior de la aeronave puesto que la aeronave se comportaría como una jaula de Faraday. Por ejemplo, la carga de aeronave se ha apreciado previamente, pero se detecta mediante la situación de instrumentos en el exterior de una aeronave (R. C. Roberts & G. W. Brock, Journal of Meteorology, volumen 2 (1945), págs. 205-213; R. C. Waddel, R. C. Drutowski & W. N. Blatt, Proceedings of the Institute of Radio Engineers, volumen 34 (1946), págs. 161-166.) La polarización del elemento dieléctrico puede tener lugar mediante uno o más de varios
40 mecanismos diferentes. Las partículas de aerosol que ya están cargadas pueden transferir su carga a la superficie del elemento dieléctrico que forma parte del exterior de la aeronave, mientras la aeronave vuela a través del aerosol. Las partículas de aerosol descargadas pueden provocar la carga de esa superficie mediante un mecanismo de fricción. Además, otras partes de la superficie exterior de la aeronave pueden cargarse durante el vuelo a través de un aerosol, produciendo un campo eléctrico que polariza el elemento dieléctrico, o ayuda en la polarización del
45 elemento dieléctrico.

El elemento dieléctrico puede ser una ventana de la aeronave, en cuyo caso puede usarse cualquier aeronave de uso general. En otras palabras, no se requiere instalar posteriormente un elemento dieléctrico especial en una aeronave, o usarlo en la construcción de una nueva aeronave, con el fin de implementar la invención. Por ejemplo, una ventana de la aeronave BAe "146" comprende una capa externa de acrílico, que se comporta bien como
50 elemento dieléctrico.

Los medios de detección pueden ser un monitor de estática montado dentro de la aeronave. Puede usarse un voltímetro electrostático, tal como un instrumento de medición de campo electromecánico. Un instrumento de medición de campo electromecánico adecuado es el monitor de estática JCI 140 fabricado por Chilworth Technology Ltd de Southampton, R.U.

55 El aparato puede comprender adicionalmente medios de alarma dispuestos para monitorizar una salida del monitor de estática y generar una alarma si dicha salida supera un umbral predeterminado. La alarma puede ser una señal visual y/o audible para la atención de uno o miembros de la tripulación. Puede ser adicional o alternativamente una señal de control para los sistemas de control de aeronave que provoca que la aeronave se salga de una determinada región de espacio aéreo.

Preferiblemente, el aparato comprende adicionalmente un sistema de adquisición de datos dispuesto para registrar la salida del monitor de estática, o la velocidad de cambio de la salida del monitor de estática, en función de la posición de la aeronave. El campo eléctrico que resulta de carga acumulada en la superficie del dieléctrico mientras la aeronave vuela a través del espacio aéreo que contiene partículas indica la presencia de un aerosol. Registrar la salida del monitor de estática (o su velocidad de cambio) en función de la posición permite mapear la presencia de partículas de aerosol.

La posición de la aeronave puede obtenerse de varias maneras. Por ejemplo, cuando se vuela a velocidad constante, el tiempo de vuelo transcurrido es una medida de la posición de la aeronave. Sin embargo con el fin de dar información de posición precisa y detallada (latitud, longitud y altitud), y por tanto un mapeado más preciso y detallado de la presencia de partículas en la atmósfera, el aparato preferiblemente incluye de manera adicional un sistema de posicionamiento global (GPS) dispuesto para emitir información posicional para la aeronave al sistema de adquisición de datos.

El valor del campo eléctrico que resulta de la polarización del elemento dieléctrico (y por tanto la salida del monitor de estática) puede ser una función de la densidad de partícula de aerosol. La velocidad de cambio del campo eléctrico (y por tanto la velocidad de cambio de la salida del monitor de estática) pueden ser también una función de la densidad de partícula de aerosol. Por tanto, el aparato preferiblemente incluye de manera adicional medios de procesamiento dispuestos para convertir valores registrados de la salida del monitor de estática, a valores de densidad de partícula de aerosol basándose en una forma funcional asumida para densidad de partícula de aerosol en función de la salida, o dado el caso puede ser la velocidad de cambio de la salida del monitor de estática. Esto permite mapear la densidad de partícula de aerosol, es decir la densidad de partícula de aerosol va a determinarse en función de la posición de la aeronave. La forma funcional asumida puede ser lineal o no lineal dependiendo de las circunstancias, por ejemplo el tipo de partícula en la atmósfera.

Como alternativa a medios de procesamiento dispuestos para convertir valores de la salida del monitor de estática, o la velocidad de cambio de salida del monitor de estática, almacenados en un sistema de adquisición de datos a valores de densidad de partícula de aerosol, el aparato puede comprender en su lugar medios de procesamiento dispuestos para convertir la salida del monitor de estática, o la velocidad de cambio de la salida del monitor de estática, directamente (es decir en tiempo real) a valores de densidad de partícula de aerosol basándose en una forma funcional asumida para partícula de aerosol en función de la salida del monitor de estática, o dado el caso puede ser la velocidad de cambio de la salida del monitor de estática. En este caso el aparato puede comprender adicionalmente un sistema de adquisición de datos dispuesto para registrar valores de densidad de partícula emitidos por los medios de procesamiento en función de la posición de la aeronave, de modo que el sistema de adquisición de datos almacena un mapeado de densidad de partícula de aerosol. También en este caso, preferiblemente el aparato comprende adicionalmente un sistema de posicionamiento global (GPS) dispuesto para emitir información posicional para la aeronave al sistema de adquisición de datos por los motivos dados anteriormente.

Un segundo aspecto de la invención proporciona un método de detección de partículas en un aerosol que comprende la etapa de hacer que un aparato de la invención pase a través de una región de la atmósfera que contiene las partículas.

A continuación se describen realizaciones de la invención, a modo de ejemplo únicamente, y con referencia a los dibujos adjuntos en los que:

la figura 1 muestra un fragmento de un primer aparato de ejemplo de la invención;

la figura 2 muestra un elemento dieléctrico del fragmento de la figura 1 en más detalle;

la figura 3 muestra un fragmento de un segundo aparato de ejemplo de la invención;

la figura 4 muestra rastros de densidad de partícula de aerosol obtenidos usando un nefelómetro y de la salida de un monitor de estática comprendido en el aparato de la invención;

la figura 5 muestra rastros de densidad de partícula de aerosol obtenidos usando un espectrómetro óptico y de la salida de un monitor de estática comprendido en el aparato de la invención; y

la figura 6 muestra rastros de densidad de masa de aerosol obtenidos usando instrumentación dedicada y de la velocidad de cambio de la salida de un monitor de estática comprendido en el aparato de la invención.

La figura 1 muestra un fragmento de un primer aparato de ejemplo de la invención, comprendiendo el aparato una aeronave BAe "146" que tiene fuselaje metálico 12 que tiene una ventana 10, de la cual una superficie exterior forma parte del exterior de la aeronave. Un paquete de instrumentos 20 está montado en el interior de la aeronave, comprendiendo el paquete de instrumentos 20 un sensor de medición de campo electromecánico 16 (por ejemplo monitor de estática modelo JCI 140 fabricado por Chilworth Technology Ltd, Southampton, R.U.). La salida del sensor 16 está acoplada a un sistema de adquisición de datos 18 que está dispuesto para registrar la salida del

sensor 18 en intervalos regulares, registrándose cada valor de la salida del sensor 16 junto con la posición de la aeronave en el momento en el que se registra la salida. Una unidad de sistema de posicionamiento global (GPS) 22 está dispuesta para suministrar información posicional en relación con la aeronave al sistema de adquisición de datos 18. Un procesador 24 acoplado al sistema de adquisición de datos 18 está dispuesto para procesar información almacenada en el sistema de adquisición de datos 18.

La figura 2 muestra la ventana 10 de la aeronave en más detalle. La ventana 10 está compuesta por dos capas estructurales 10A, 10B de acrílico, con una tercera capa interna 10C de acrílico que actúa como un panel de rayado delgado. La superficie exterior de la capa 10A forma parte del exterior de la aeronave.

Durante el uso del aparato, la aeronave vuela a través de una región de la atmósfera que contiene partículas de polvo, ceniza, polución etc., en otras palabras una región de la atmósfera que es un aerosol. Las partículas de aerosol que están cargadas y que chocan contra la superficie exterior de la ventana 10 pueden transferir su carga a la superficie exterior de la ventana 10. Además, las partículas descargadas que chocan contra la ventana 10 pueden provocar la carga adicional de la ventana 10 mediante un mecanismo de fricción. Las partículas cargadas y descargadas pueden también dar lugar a la carga de partes del exterior de la aeronave distintas a la superficie exterior de la ventana 10. A medida que la aeronave vuela a través del aerosol, la ventana 10 se polariza como resultado de un campo eléctrico generado por uno o más de estos mecanismos. Esta polarización da lugar a una carga inducida en el interior de la ventana 10, y el campo eléctrico que resulta de esta carga inducida se detecta mediante el sensor 16. En cada uno de una serie de momentos, la salida del sensor 16 se registra mediante el sistema de adquisición de datos 18 junto con la posición de la aeronave según se determina mediante el GPS 22.

El procesador 24 está dispuesto para procesar datos almacenados en el sistema de adquisición de datos 18. El procesador 24 puede ir portado en la aeronave y estar dispuesto para procesar los datos en tiempo real o puede usarse para procesar datos fuera de línea, almacenándose los datos únicamente mientras la aeronave está volando. El procesador 24 está dispuesto para convertir valores registrados de la salida del sensor 16 a valores de densidad de partículas basándose en una relación funcional asumida entre el campo eléctrico debido a carga inducida en el interior de la ventana 10 (equivalente a la salida del monitor de estática 16) y densidad de partícula en el aerosol a través del cual vuela la aeronave. En algunas situaciones la relación puede ser muy simple, por ejemplo el campo eléctrico (y por tanto la salida del sensor 16) puede ser directamente proporcional a la densidad de partícula de aerosol. En otros casos, la salida del sensor 16 puede ser una función más compleja de la densidad de partícula. En casos todavía adicionales la velocidad de cambio de la salida del sensor 16 puede ser una función lineal o más compleja de la densidad de partícula de aerosol. La relación funcional para un tipo particular de aerosol puede deducirse o hallarse previamente a partir de la experiencia usando otros instrumentos o mediciones. Por tanto, el procesador 24 permite hallar la densidad de partícula de aerosol en función de la posición, es decir mapear la densidad de partícula de aerosol.

La figura 3 muestra un fragmento de un segundo aparato de ejemplo de la invención. Las partes del aparato mostrado en la figura 3 que corresponden a partes del aparato mostrado en la figura 1 están etiquetadas con signos de referencia que se diferencian en 100 de aquellos que etiquetan las partes correspondientes en la figura 1. En el segundo aparato de ejemplo la salida de un sensor de medición de campo electromecánico 116 está conectada a un procesador 117 que convierte la salida del sensor 116 (o la velocidad de cambio de la salida de sensor 116) en tiempo real a un valor de densidad de partícula de aerosol basándose en una forma funcional asumida para densidad de partícula de aerosol en función de la salida del sensor 116 (o la velocidad de cambio de la salida del sensor 116). La salida desde el procesador 117 corresponde directamente a la densidad de partícula de aerosol, que se registra en cada uno de una serie de momentos mediante un sistema de adquisición de datos 118, junto con la posición de la aeronave según se indica mediante un GPS 122. Por tanto, el sistema de adquisición de datos 118 almacena información que mapea la densidad de partícula de aerosol en función de la posición.

La figura 4 muestra un rastro 210 de la salida de un nefelómetro integrado montado en una aeronave de investigación tomado durante un periodo de cuatro horas durante las cuales la aeronave voló a través de un tramo de la nube de ceniza volcánica producida por la erupción del volcán Eyjafjallajökull en Islandia que comenzó el 20 de marzo de 2010. El rastro 200 está referenciado con respecto al eje vertical 211. El nefelómetro integrado mide la extinción óptica sobre tres longitudes de onda visibles y su salida es representativa de la densidad de partícula de aerosol. La figura 4 muestra también un rastro 200 (referenciado con respecto al eje vertical 201) de la salida de un sensor de medición de campo electromecánico a lo largo del mismo periodo de tiempo, estando montado el sensor dentro de la misma aeronave de investigación de la manera indicada en las figuras 1 y 3. La figura 4 muestra que la salida del medidor de campo electromecánico estaba íntimamente relacionada con la densidad de partícula de aerosol como se indica mediante la extinción medida por el nefelómetro.

En la figura 5, el rastro 220 (referenciado con respecto al eje vertical 221) es el mismo que el rastro 200 en la figura 4. La figura 5 también muestra un rastro 230 de la salida de una sonda de aerosol de cavidad pasiva (PCASP), montada también en la nave de investigación, durante el mismo periodo de cuatro horas durante el cual se registró el rastro 220. (El rastro 230 está referenciado con respecto al eje vertical 231). Un PCASP es un espectrómetro óptico para detectar y analizar aerosoles. La figura 5 muestra una íntima correlación entre densidad de partícula de aerosol, tal como se mide mediante el PCASP, y la salida del sensor de medición de campo electromecánico montado dentro de la aeronave de investigación.

5 La figura 6 muestra un rastro 240 de la velocidad de cambio de la salida del mismo sensor de medición de campo electromecánico durante un periodo de 3,5 horas (referenciado con respecto al eje vertical 241) y también un rastro 250 de la concentración de masa de ceniza volcánica durante el mismo periodo tal como se determina mediante un instrumento de medición de densidad de partícula dedicado fijado a la aeronave de investigación. La figura 6 muestra una correlación íntima entre la velocidad de cambio de la salida del sensor y la densidad de partícula de aerosol de la nube de ceniza volcánica a través de la que vuela la aeronave de investigación.

10 En algunas realizaciones la salida de los medios de detección puede monitorizarse (por ejemplo introducirse en un comparador) de modo que puede generarse una señal de advertencia si la salida supera un nivel de umbral asociado con un nivel de densidad de partícula de aerosol susceptible de dañar la aeronave de alguna manera (por ejemplo daño de motor). La señal de advertencia podría usarse para dar una señal visual y/o audible al piloto de la aeronave. Alternativa o adicionalmente, la señal de advertencia puede usarse para controlar automáticamente los sistemas de control de vuelo de la aeronave de modo que se dirija la aeronave a una región de espacio aéreo con una densidad de partícula de aerosol más baja.

REIVINDICACIONES

1. Aparato de detección de aerosol que comprende una aeronave que tiene un elemento dieléctrico (10; 110) comprendido en el cuerpo (12; 112) del mismo de manera que una superficie del elemento dieléctrico (10; 110) forma parte de la superficie exterior de la aeronave, y medios de detección (16; 116) ubicados en el interior de la aeronave caracterizado por que los medios de detección (16; 116) están dispuestos para detectar un campo eléctrico dentro de la aeronave, siendo resultado el campo eléctrico de la polarización del elemento dieléctrico (10; 110) de modo que aparece carga inducida sobre una superficie del elemento dieléctrico (10; 110) opuesta a la que forma parte de la superficie exterior de la aeronave.
2. Aparato según la reivindicación 1 en el que el elemento dieléctrico (10; 110) es una ventana (10; 110) de la aeronave.
3. Aparato según cualquier reivindicación anterior en el que los medios de detección (16; 116) es un monitor de estática (16; 116) montado dentro de la aeronave.
4. Aparato según la reivindicación 3 en el que el monitor de estática (16; 116) es un voltímetro electrostático (16; 116).
5. Aparato según la reivindicación 4 en el que el voltímetro electrostático (16; 116) es un instrumento de medición de campo electromecánico (16; 116).
6. Aparato según cualquiera de las reivindicaciones 3 a 5 que comprende adicionalmente medios de alarma dispuestos para monitorizar una salida del monitor de estática y generar una alarma si dicha salida supera un umbral predeterminado.
7. Aparato según la reivindicación 6, en el que la alarma es una señal visual y/o audible para la atención de uno o más miembros de la tripulación, por ejemplo un piloto de la aeronave, y/o la alarma es una señal de control para los sistemas de control de aeronave que provoca que la aeronave se salga de una determinada región de espacio aéreo.
8. Aparato según cualquiera de las reivindicaciones 3 a 7 que comprende adicionalmente un sistema de adquisición de datos (18) dispuesto para registrar la salida del monitor de estática (16), o la velocidad de cambio de la salida del monitor de estática (16), en función de la posición de la aeronave.
9. Aparato según la reivindicación 8 en el que el aparato comprende adicionalmente un sistema de posicionamiento global (GPS) (22) dispuesto para emitir información posicional para la aeronave al sistema de adquisición de datos (18).
10. Aparato según la reivindicación 8 o reivindicación 9 que comprende adicionalmente medios de procesamiento (24) dispuestos para convertir valores registrados de la salida del monitor de estática (16), o dado el caso valores registrados de la velocidad de cambio de la salida del monitor de estática (16), a valores de densidad de partícula de aerosol basándose en una forma funcional asumida para densidad de partícula de aerosol en función de la salida, o dado el caso puede ser la velocidad de cambio de la salida, del monitor de estática (16).
11. Aparato según cualquiera de las reivindicaciones 3 a 7 que comprende adicionalmente medios de procesamiento (117) dispuestos para convertir la salida del monitor de estática (116), o la velocidad de cambio de la salida del monitor de estática (116), a valores de densidad de partícula de aerosol basándose en una forma funcional asumida para densidad de partícula de aerosol en función de la salida del monitor de estática (116), o dado el caso puede ser la velocidad de cambio de la salida del monitor de estática (116).
12. Aparato según la reivindicación 11 que comprende adicionalmente un sistema de adquisición de datos (118) dispuesto para registrar valores de densidad de partícula de aerosol emitidos por los medios de conversión (117) en función de la posición de la aeronave.
13. Aparato según la reivindicación 12 que comprende adicionalmente un sistema de posicionamiento global (122) dispuesto para emitir información posicional para la aeronave al sistema de adquisición de datos (118).
14. Método de detección de partículas en un aerosol que comprende la etapa de hacer que un aparato según cualquier reivindicación anterior pase a través de una región de la atmósfera que contiene las partículas.
15. Método según la reivindicación 14, en el que la región de la atmósfera contiene partículas de polvo o ceniza.

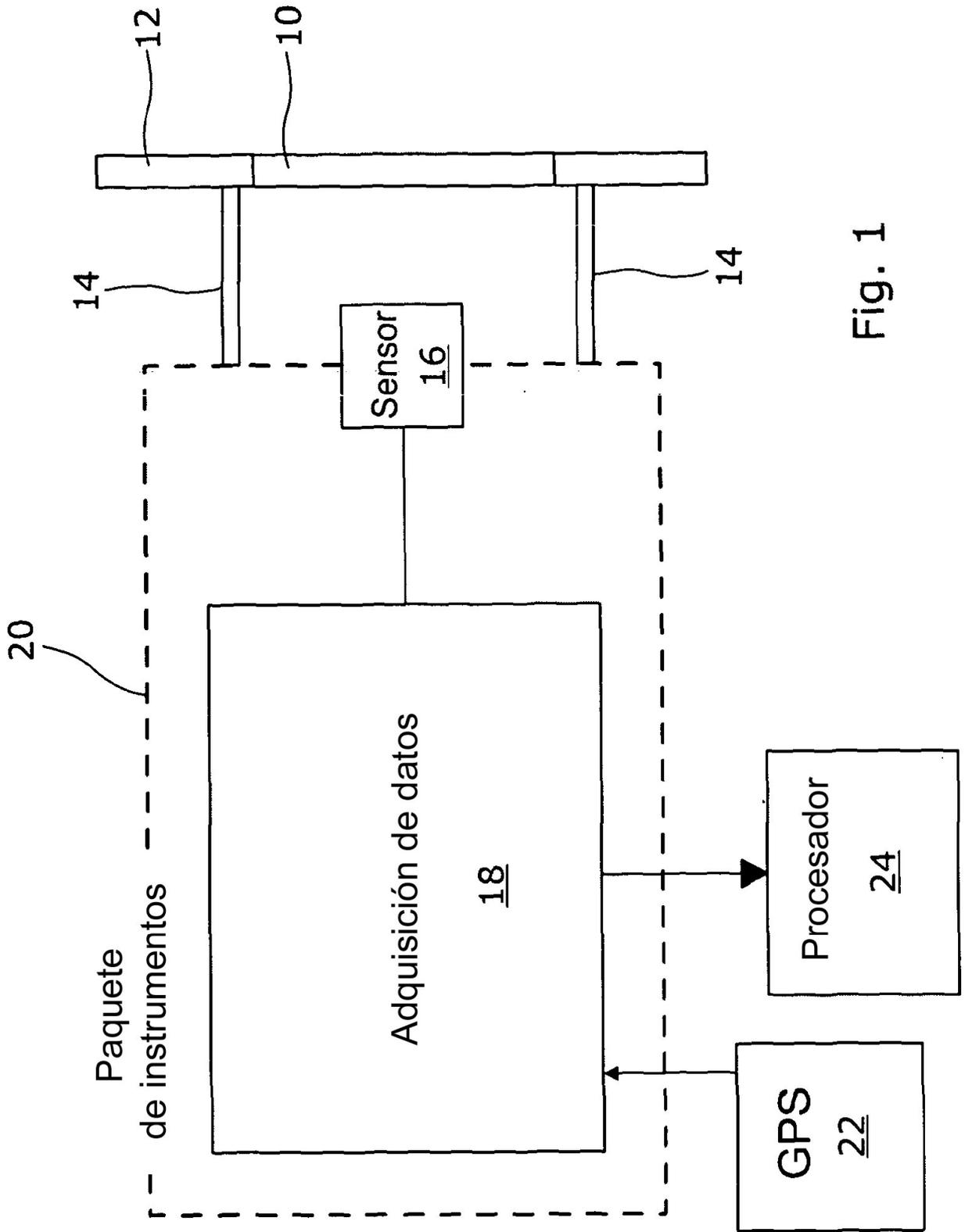


Fig. 1

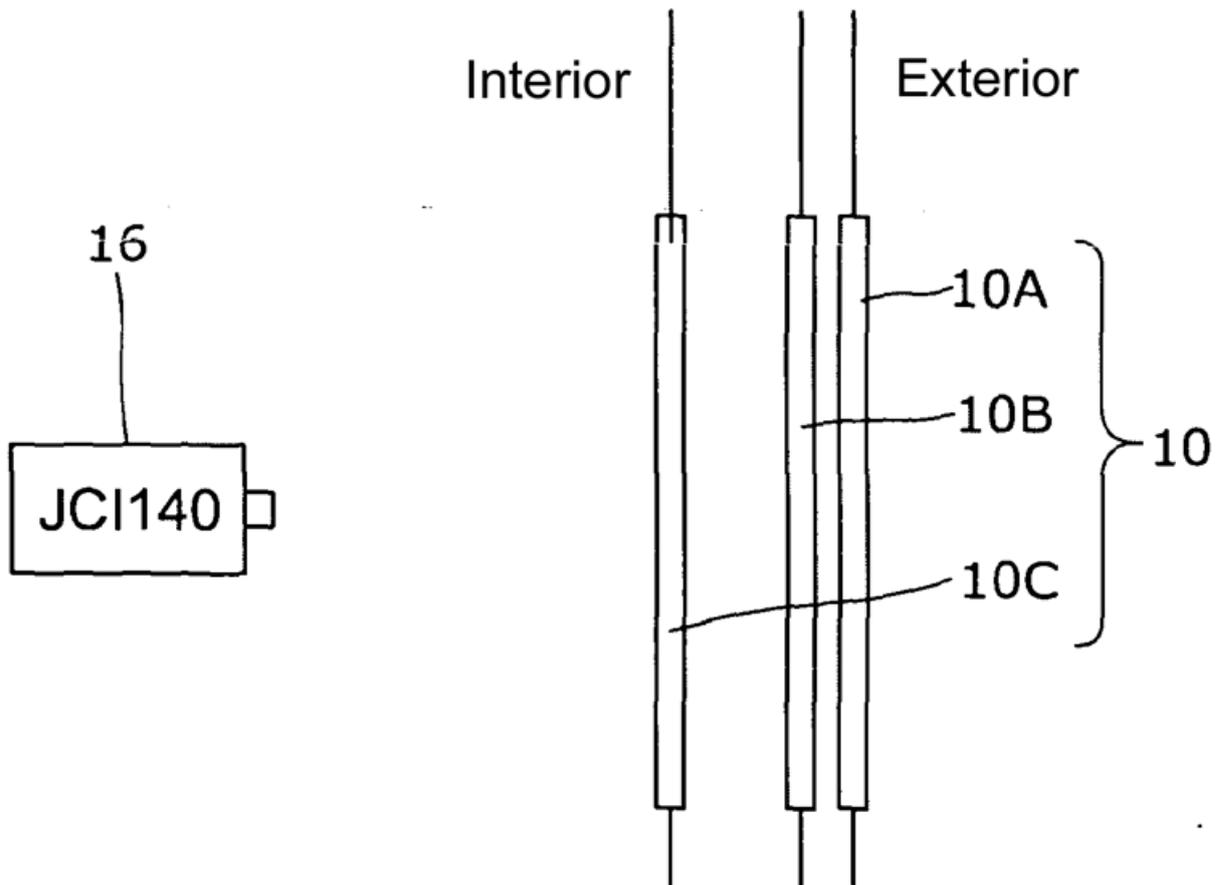


Fig. 2

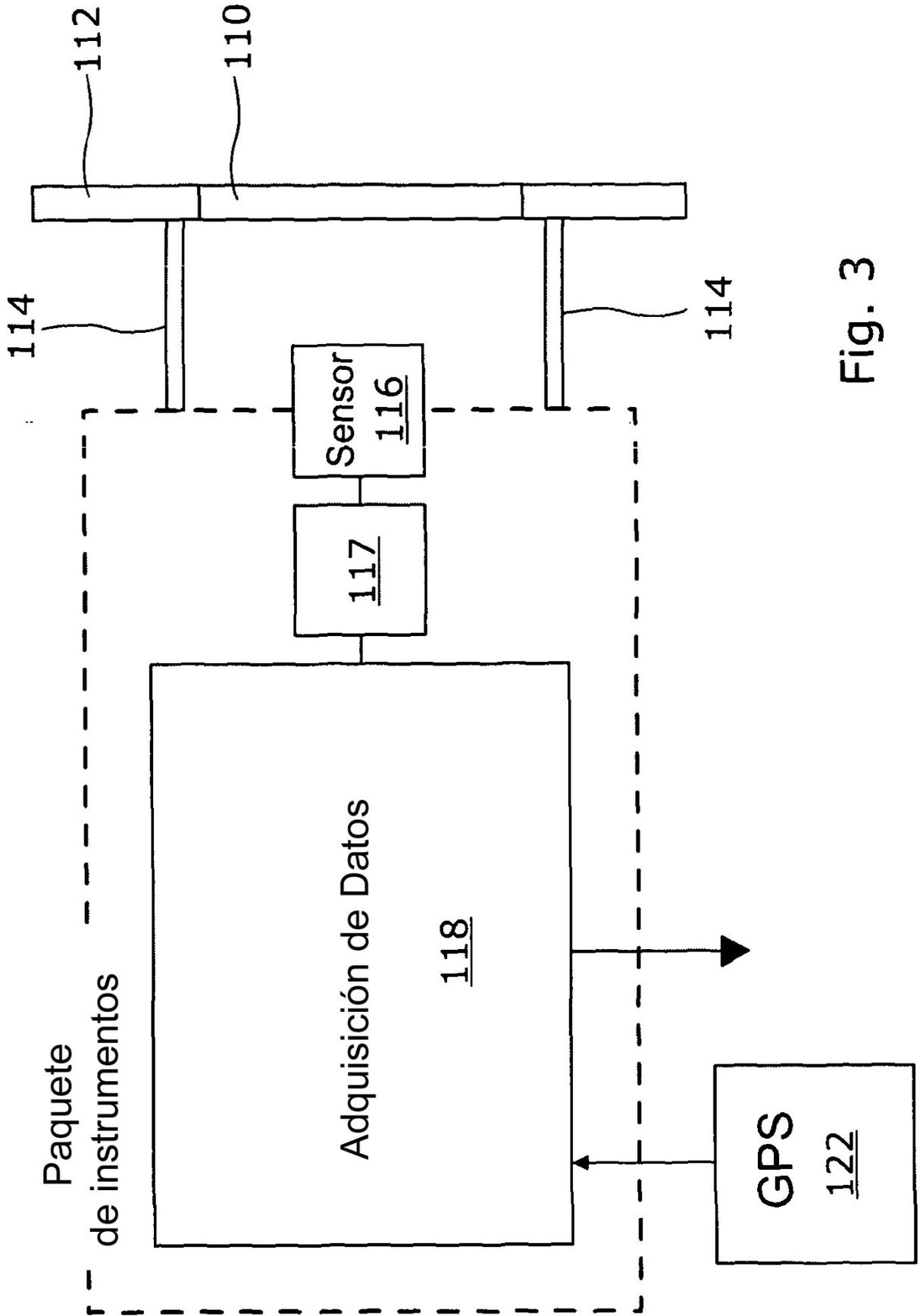


Fig. 3

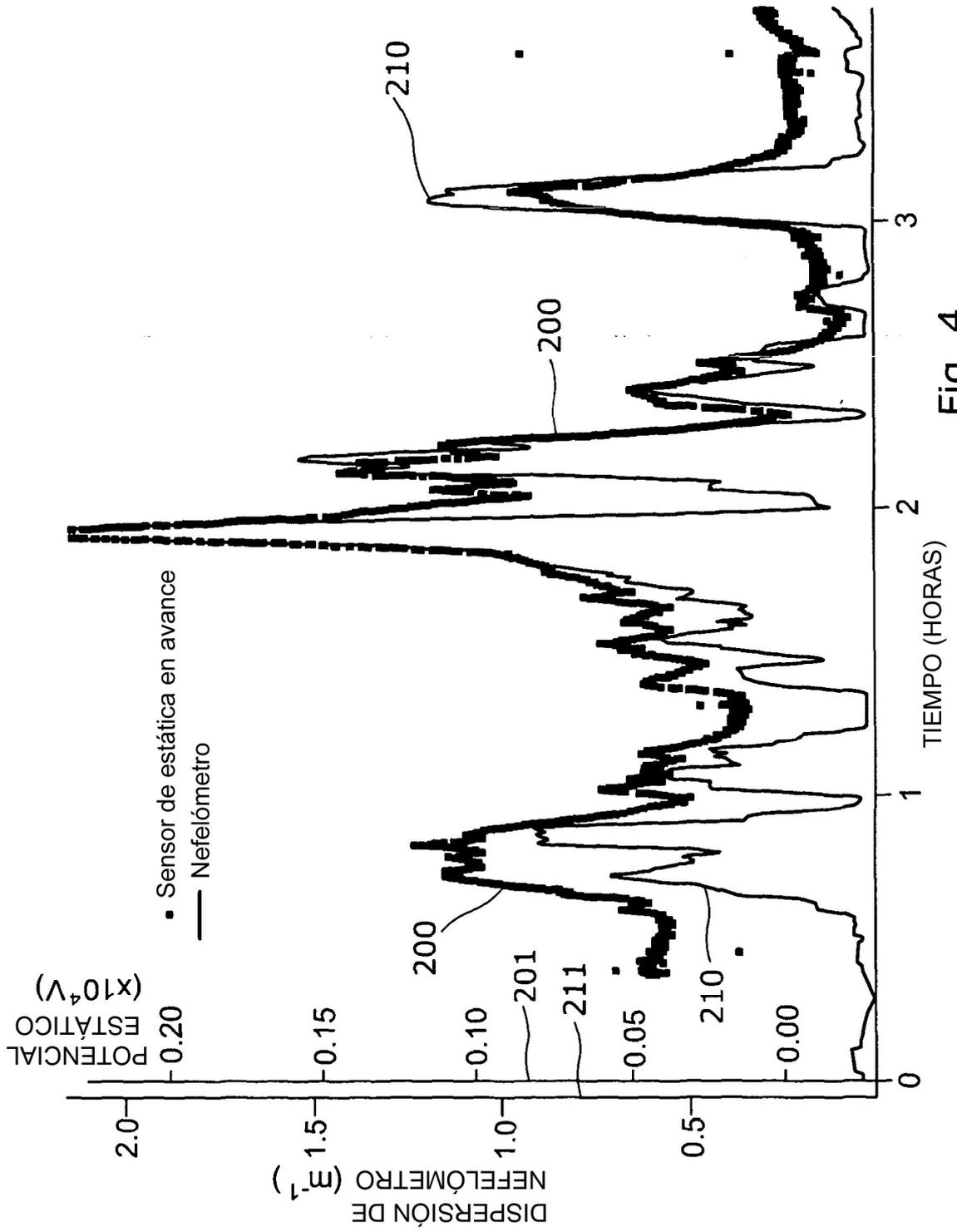


Fig. 4

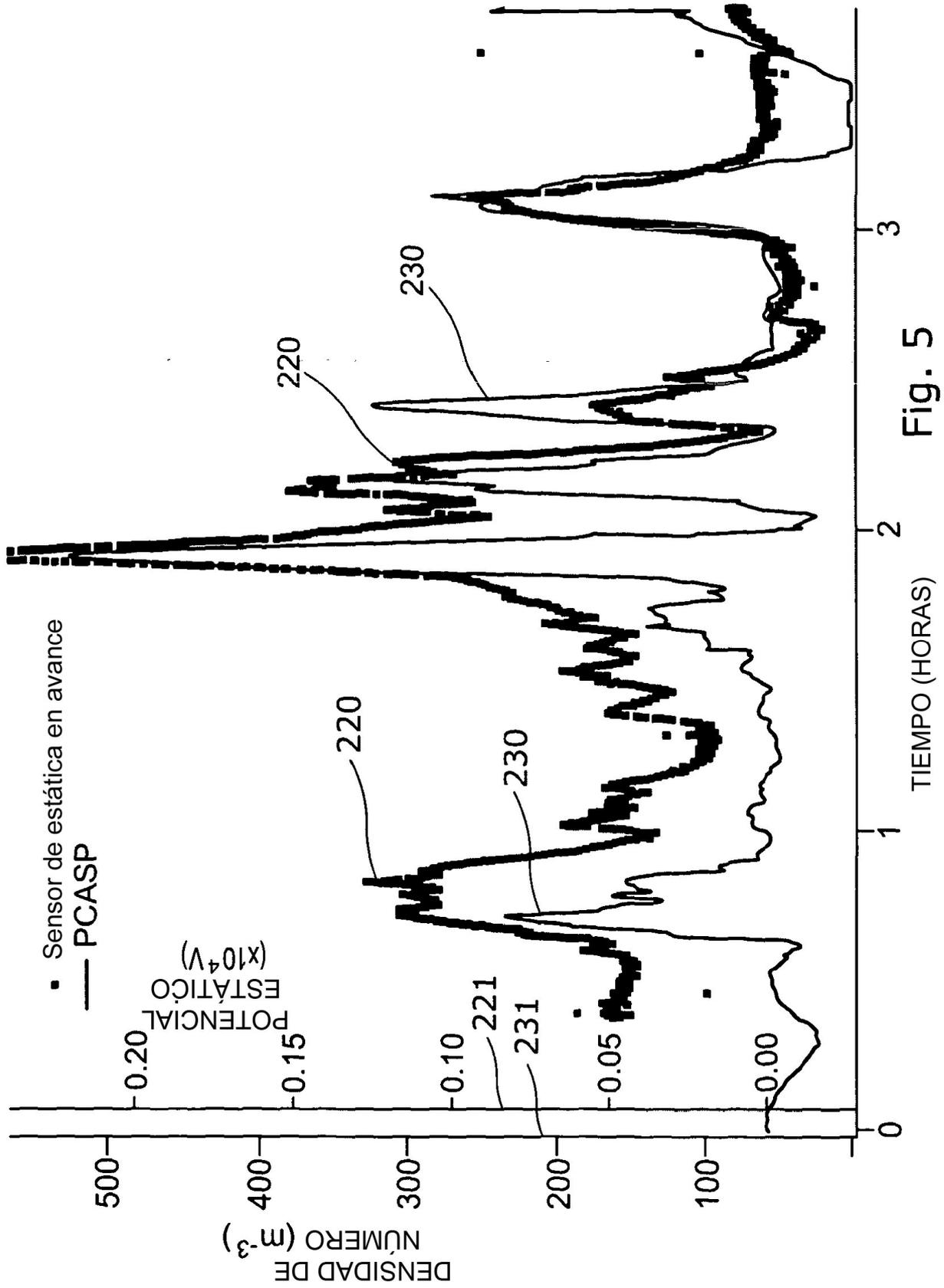


Fig. 5

