

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **1 245 531**

21 Número de solicitud: 202030113

51 Int. Cl.:

G06T 7/00 (2007.01)

G01N 21/01 (2006.01)

12

SOLICITUD DE MODELO DE UTILIDAD

U

22 Fecha de presentación:

23.01.2020

43 Fecha de publicación de la solicitud:

29.04.2020

71 Solicitantes:

**CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES
CIENTÍFICAS (CSIC) (50.0%)**

C/ Serrano, 117

28006 Madrid ES y

**UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
(50.0%)**

72 Inventor/es:

JURADO RODRÍGUEZ, M^a José;

DEL RIO, Joaquín y

SARRIA, David

74 Agente/Representante:

PONS ARIÑO, Ángel

54 Título: **APARATO DE CAPTACIÓN DE IMÁGENES HIPERESPECTRALES PARA LA EXPLORACIÓN
DEL SUBSUELO**

ES 1 245 531 U

DESCRIPCIÓN

**APARATO DE CAPTACIÓN DE IMÁGENES HIPERESPECTRALES PARA LA
EXPLORACIÓN DEL SUBSUELO**

5

OBJETO DE LA INVENCION

10 El objeto de la invención es un aparato destinado para la exploración e inspección de pozos de sondeo vertical, que captura imágenes hiperespectrales de las paredes de un pozo y las analiza in situ, evitando la fase de recogida de muestras y análisis posterior en laboratorio.

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

15 Los minerales son esenciales para industrias como la de telecomunicaciones, automovilística, militar, electrónica y de la salud, entre otras. Son indispensables para la manufactura de los dispositivos electrónicos más modernos y para componentes de alto rendimiento, como fibras ópticas, teléfonos inteligentes, baterías, televisiones, etc.

20 Esto ha motivado que muchas compañías mineras estén buscando nuevos yacimientos, especialmente en las partes del mundo menos explotadas, con el propósito de reducir la gran dependencia de los países que tienen el monopolio de los minerales clave. En estas circunstancias, se están desarrollando diversas líneas de gran interés relativas a la automatización de procesos de reconocimiento de minerales y su caracterización, para lo que se
25 usan los últimos avances tecnológicos en términos de sensores y procesamiento.

En cualquier caso, la tarea de reconocimiento de minerales es costosa, lenta, laboriosa, manual, e implica el análisis de muestras minerales en laboratorios lejos de los yacimientos de minerales. Por ello, la automatización del proceso de reconocimiento mediante el análisis in situ y en tiempo
30 real de los datos adquiridos en la perforación supondría una ventaja significativa en términos de tiempo y costes.

La solicitud de patente US2017064220 describe una sonda que se destina a ser hincada en un terreno, siendo una herramienta geotécnica. Incorpora una ventana transparente montada en
35 una lateral y una luz de amplio espectro montada en el interior de la sonda de manera que cuando se activa la fuente de luz, esta sale a través de la ventana. Describe asimismo un filtro óptico

configurable montado dentro de la sonda y posicionado para recibir la luz reflejada a través de la ventana desde el entorno del suelo. El filtro comprende distintas configuraciones, en cada una de las cuales está configurado para emitir luz dentro de un rango de longitud de onda. Por último, incluye un sistema de imágenes dispuesto dentro de la sonda y configurado para capturar una imagen en cada una de las configuraciones a una profundidad dada de la sonda.

5

La solicitud de patente WO 2013074593A1 describe una herramienta de registro que consta de diferentes tipos de sensores montados en un mismo set, que se utiliza para realizar mediciones en un pozo en una sarta articulada o extensible, un manguito, un mandril, un estabilizador, o alguna combinación de los anteriores, y se usa para realizar mediciones en un sondeo en un solo recorrido de registro en una única maniobra. Estas medidas permiten crear imágenes del pozo (o sondeo) utilizadas según indican para deducir la geología local, optimizar su emplazamiento, realizar investigaciones geo mecánicas, optimizar las operaciones de perforación y realizar una evaluación de la formación.

10

15

La herramienta se puede configurar con uno o más sensores como son: sensores de resistividad, sensores dieléctricos, sensores acústicos, sensores ultrasónicos, sensores de tipo caliper, sensores de resonancia magnética nuclear, sensores de rayos gamma espectrales naturales, entre otros.

20

El documento WO2019033067 describe distintos métodos y dispositivos indicados para la inspección de un banco de minas u otro cuerpo de material usando datos sísmicos obtenidos a través de geófono y datos del módulo de medición sincronizados a través de un enlace inalámbrico, para generación de datos de imágenes panorámicas hiper espectrales de un pozo de explosión (barreno) u otro sondeo, y para permitir que una red neuronal facilite un diseño de explosión diferencial que apunte a una primera parte del banco más débilmente que el diseño de explosión diferencial apunta a una segunda parte del banco (a lo largo del mismo banco de minas) al menos en parte en base a datos indicados de mucha mayor concentración de un material valioso en la segunda parte del banco que en la primera.

25

30

Por lo tanto, no se dispone de herramientas que permitan caracterizar con precisión la composición y características del terreno y la roca in situ en el propio subsuelo más allá de la que aportan las imágenes de cámaras en el visible o pseudo imágenes obtenidas a partir de medidas de propiedades físicas como micro resistividad, radioactividad natural, etc.

35

DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

5 El aparato de captación de imágenes hiperespectrales para la exploración del subsuelo objeto de la presente invención comprende, en primer lugar, un cabestrante con un instrumento de medida de profundidad y velocidad de descenso. El cabestrante, está conectado a través de un cable a una unidad de adquisición. La unidad de adquisición se introduce en un pozo vertical de interés en el suelo, mientras que el cabestrante queda en la superficie, guiando y sosteniendo la unidad de adquisición.

10 La unidad de adquisición comprende una carcasa, en cuyo interior se encuentran una serie de elementos explicados a continuación, y dos tapas. En una tapa inferior se localiza una ventana transparente, de un vidrio de borosilicato preferentemente, y en una tapa superior un conector que permite interconectar este equipo con el cabestrante.

15 En el interior de la carcasa, en su extremo inferior, se encuentra un dispositivo de adquisición de imágenes, preferiblemente una cámara hiperespectral con un objetivo de óptica de pez preferentemente, y un dispositivo de iluminación asociado a dicho dispositivo de adquisición de imágenes.

20 Por otra parte, en el interior de la carcasa también se encuentra un aparato de gestión asociado al dispositivo de adquisición de imágenes, y que comprende una unidad de almacenamiento para archivar los datos adquiridos, una unidad de posicionamiento (basada en una unidad de medición inercial con acelerómetros, giroscopios y magnetómetros) para registrar la orientación de la unidad de adquisición durante su operación, y una unidad de comunicación para transferirlos a la unidad de control ubicada en la superficie.

25 Por tanto, la unidad de adquisición permite tomar imágenes hiperespectrales de las paredes del pozo, orientadas en posición y en profundidad, posibilitando la generación de mapas o vistas 360° hiperespectrales del sondeo.

30 Por último, la unidad de adquisición también comprende un dispositivo de alimentación, que proporciona la tensión adecuada a todos los elementos anteriores en el interior de la carcasa.

35 Además del cabestrante y la unidad de adquisición, el aparato puede comprender una unidad externa conectada al instrumento de medida de profundidad y velocidad de descenso del cabestrante y a la propia unidad de adquisición.

La unidad de adquisición puede operar autónomamente a través de unas baterías del dispositivo de alimentación, registrando las imágenes y las medidas de sus sensores en la unidad de almacenamiento. También puede funcionar de forma cableada, si el cabestrante utilizado ofrece, en su cable armado, líneas de comunicación y potencia. En ese caso, la unidad de adquisición, además de registrar los datos en la unidad de almacenamiento, también es capaz de enviar la información en tiempo real a la unidad externa, posicionada en la superficie.

La unidad externa puede comprender un ordenador, un dispositivo de alimentación, un dispositivo de comunicaciones y un dispositivo para la medida de la posición y velocidad del cabestrante. La unidad de adquisición se puede controlar a través de una aplicación instalada en el ordenador y permite configurar sus parámetros de funcionamiento de la unidad de adquisición, así como monitorizar sus variables y descargar las imágenes hiperespectrales tomadas.

En resumen, el aparato objeto de la presente invención permite, entre otras aplicaciones, la identificación de minerales en un sondeo a partir de la firma espectral recogida. Permite al mismo tiempo recoger la imagen del pozo geo posicionada, por lo que pueden realizarse análisis similares a los ofrecidos por sondas geofísicas equipadas con cámaras convencionales, en el rango espectral visible.

La identificación de los minerales, al realizarse in situ, mejora los tiempos de análisis, puesto que actualmente es necesario el envío de las muestras del sondeo al laboratorio. También mejora la calidad de los datos obtenidos, puesto que en el momento de marcado de las muestras pueden cometerse errores, pérdidas o desviaciones respecto a la posición exacta de las muestras.

La utilización de técnicas hiperespectrales en el subsuelo multiplica las ventajas y el potencial diagnóstico sobre las características, composición y estructuras de los materiales en el subsuelo.

Las aplicaciones más inmediatas son las relacionadas con la prospección de recursos en el subsuelo, en concreto la determinación de la composición mineralógica y la detección y cuantificación de minerales de interés minero. También la caracterización de la textura y alteraciones (por deformación o diagenéticas) de la roca. Otros campos de interés y aplicaciones son la exploración geotécnica para construcción, la determinación por ejemplo de la existencia

de arcilla expansivas, yesos, y la exploración para construcción de grandes infraestructuras como túneles.

En resumen, las principales aplicaciones del aparato de la invención son:

- 5 - exploración de recursos,
- detección e identificación de minerales en el lugar del sondeo,
- análisis de la calidad e integridad de la roca,
- análisis litológicos y estructurales, propiedades geomecánicas y su estabilidad,
- análisis de zonas de alteración de la roca, no perceptibles en el rango visible,
- 10 - inspección y escaneo de la pared del sondeo, y
- estudios de contaminación de suelos y acuíferos en el subsuelo.

DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

15 Para complementar la descripción que se está realizando y con objeto de ayudar a una mejor comprensión de las características de la invención, de acuerdo con un ejemplo preferente de realización práctica de la misma, se acompaña como parte integrante de dicha descripción, un juego de dibujos en donde con carácter ilustrativo y no limitativo, se ha representado lo siguiente:

20 Figura 1.- Muestra una vista esquemática del aparato de captación de imágenes hiperespectrales para la exploración del subsuelo.

25 Figura 2.- Muestra una representación esquemática de las relaciones entre los diferentes elementos del aparato.

REALIZACIÓN PREFERENTE DE LA INVENCION

30 Con ayuda de las figuras 1 y 2, se describe a continuación una realización preferente del aparato de captación de imágenes hiperespectrales para la exploración del subsuelo.

35 El aparato, que se muestra en la figura 1, comprende una unidad de adquisición (1) gobernada a través de una unidad externa, interconectados a través de un cable (6) de un cabestrante (5), el cual dispone de un instrumento de medida de profundidad y velocidad de descenso (12), como puede ser un codificador o *encoder*.

La unidad de adquisición (1) se introduce en un pozo vertical de interés en el suelo, mientras que el cabestrante (5) queda en la superficie, sosteniendo la unidad de adquisición (1). Con el instrumento de medida de profundidad y velocidad de descenso (12) se monitoriza en todo momento la profundidad a la que se encuentra la unidad de adquisición (1), midiendo la cantidad de cable (6) desplegado.

La unidad de adquisición comprende una carcasa (2) cilíndrica, en cuyo interior se posicionan el resto de componentes de la unidad. Concretamente, la carcasa (2) es un cilindro de acero inoxidable de 76 mm de diámetro externo, 72 mm de diámetro interno y 1500 mm de largo. Es adaptable a diferentes diámetros de sondeos mineros y geotécnicos mediante el uso de centradores. La tapa inferior de la unidad de adquisición (1) es de bronce y tiene una ventana (3) donde se ha ensamblado un vidrio de borosilicato de 6.5 mm de grosor y en una tapa superior de acero inoxidable que monta un conector (4) compatible con el cable (6) del cabestrante (5).

En ambos extremos de la carcasa (2) cilíndrica se ubican unas juntas tóricas, que confieren estanqueidad a la unidad de adquisición (1). Esta se puede compatibilizar con cualquier tipo de cabestrante (5) sustituyendo la tapa donde se monta el conector (4) por otra compatible.

En el interior de la carcasa (2) cilíndrica, en su extremo inferior, se encuentra un dispositivo de captura de imágenes (9), concretamente una cámara hiperespectral de 600nm a 1000 nm con óptica de pez, y un dispositivo de iluminación (8) asociado al dispositivo de captura de imágenes (9).

El dispositivo de iluminación (8) es regulable en intensidad y está compuesto por 28 LEDs infrarrojos de banda ancha con distribución espectral homogénea entre los 650 nm y los 1050 nm. El dispositivo de captura de imágenes (9) tiene una distancia focal óptica regulable, lo que permite adaptar el enfoque a distintos tipos diámetros de sondeos. Además, el dispositivo de captura de imágenes (9) puede sustituirse por cualquier otro modelo.

Por otra parte, en el interior de la carcasa (2) cilíndrica también se encuentra una unidad de control (10) asociada al dispositivo de captura de imágenes (9) que comprende una unidad de almacenamiento (103) de un terabyte para el almacenamiento de datos en la propia unidad de adquisición (1), una unidad de posicionamiento (101) compuesto por una unidad de medición inercial con acelerómetros, giroscopios y magnetómetros en tres ejes x, y, z, y una

unidad de comunicación (102) que permite la transferencia de datos con la unidad externa (11), ubicada en superficie, teniendo capacidad de transmitir datos e imágenes instantáneamente.

5 La óptica de ojo de pez del dispositivo de captura de imágenes (9) permite capturar imágenes de las paredes del pozo, mientras que el dispositivo de iluminación (8) tiene la capacidad de ajustarse en función de la intensidad requerida, dependiendo del diámetro del pozo. Además, las mediciones obtenidas por la unidad de posicionamiento (101) permiten orientar las
10 imágenes tomadas durante el sondeo. Por otra parte, es posible configurar el tiempo de exposición del dispositivo de captura de imágenes (9), así como arrancar y parar el registro de datos.

Por último, la unidad de adquisición también comprende un dispositivo de alimentación (7), encargado de proveer la tensión de alimentación adecuada a cada uno de los elementos
15 anteriores en el interior de la carcasa (2) cilíndrica. El dispositivo de alimentación (7) está compuesto por una batería, un convertidor DC/DC, y un convertidor AC/DC.

Además del cabestrante (5) y la unidad de adquisición (1), el aparato comprende una unidad externa (11) conectada con el instrumento de medida de profundidad y velocidad de descenso
20 (12) y con el cable (6) del cabestrante (5). En la figura 2 se muestra un esquema de las asociaciones existentes entre todos los elementos del aparato objeto de la presente invención. La unidad externa (11) permite leer la profundidad y velocidad del *encoder* del cabestrante (5) así como controlar la unidad de adquisición (1). La unidad externa (11) cuenta asimismo con un puerto USB para conectarlo con un PC.

25 La unidad externa (11) comprende también un sistema de medida de variables eléctricas, que mide tensión, corriente y frecuencia, permitiendo conocer el estado y consumo de la unidad de adquisición (1) en todo momento.

30 A través de una aplicación para PC se gobierna la unidad externa (11) y la unidad de adquisición (1). La aplicación permite controlar la intensidad del dispositivo de iluminación (8), los parámetros de configuración del dispositivo de captura de imágenes (9), así como monitorizar la temperatura del dispositivo de iluminación (8), del dispositivo de captura de imágenes (9) y de la unidad de control (10). La aplicación también permite adquirir datos de
35 la unidad de posicionamiento (101) y las imágenes tomadas por el dispositivo de captura de imágenes (9).

La comunicación entre la unidad de adquisición (1) y la unidad externa (11) puede llevarse a cabo a través de un sistema de comunicaciones inalámbrico (WiFi) para la configuración remota de la unidad de adquisición (1), un sistema de comunicación cableado, de baja
5 velocidad, basado en el estándar RS-485, para la configuración y monitorización de los parámetros de la unidad de adquisición (1) y adecuado para cabestranes (5) con longitudes de cable (6) de hasta 1000 m, o un sistema de comunicación cableado de alta velocidad basado en tecnología PLC adecuado para cabestranes (5) con longitudes de cable (6) de hasta 300 m.

10

Para evitar el calentamiento de todos los elementos electrónicos dispuestos en la unidad de adquisición (1) esta dispone de unos elementos de disipación térmica activa y pasiva en la carcasa (2), y unos sensores que monitorizan la temperatura de los componentes relevantes de la unidad de adquisición (1), logrando evitar el calentamiento excesivo de esta durante su
15 utilización, lo que provocaría un incremento en los tiempos de operación.

Al ser la unidad de adquisición (1) modular, permite la incorporación de otros sensores destinados a la obtención de otro tipo de medidas de interés.

REIVINDICACIONES

1.- Aparato de captación de imágenes hiperespectrales para la exploración del subsuelo, caracterizado por que comprende:

- 5 - un cabestrante (5) con un instrumento de medida de profundidad y velocidad de descenso (12),
- una unidad de adquisición (1) conectada al cabestrante (5) a través de un cable (6), destinada a introducirse en el sondeo, que comprende:
- 10 - una carcasa (2), con una ventana transparente (3) en un extremo inferior, y una tapa superior con un conector (4) en un extremo superior conectado al cable (6),
- un dispositivo de captura de imágenes (9) a través de la ventana transparente (3),
- un dispositivo de iluminación (8) en el interior de la carcasa (2) asociado al dispositivo de captura de imágenes (9),
- 15 - una unidad de control (10) en el interior de la carcasa (2) que comprende una unidad de almacenamiento (103), una unidad de posicionamiento (101) y una unidad de comunicación (102), y
- un dispositivo de alimentación (7) en el interior de la carcasa (2).

20

2.- El aparato de la reivindicación 1, que comprende adicionalmente una unidad de control externa (11) conectada al instrumento de medida de profundidad y velocidad de descenso (12) del cabestrante (5) y a la unidad de control (10) de la unidad de adquisición (1) a través del cable (6).

25

3.- El aparato de la reivindicación 1, en el que el instrumento de medida de profundidad (12) del cabestrante (5) comprende un codificador o encoder.

30

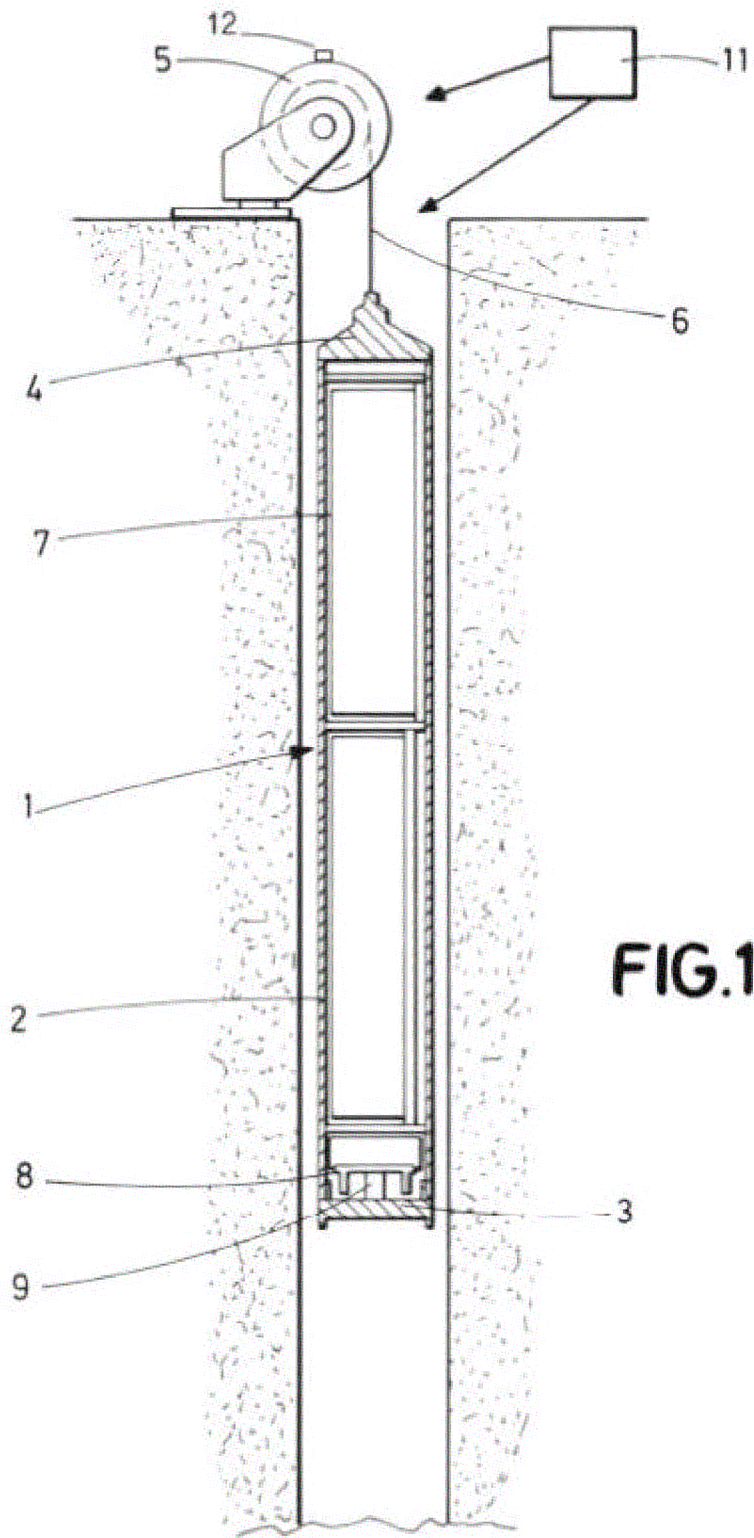
4.- El aparato de la reivindicación 1, en el que el dispositivo de captura de imágenes (9) es una cámara hiperespectral.

5.- El aparato de la reivindicación 1, en el que el dispositivo de captura de imágenes (9) es una cámara hiperespectral con un objetivo de óptica de pez.

35

6.- El aparato de la reivindicación 1, en el que el dispositivo de iluminación (8) es regulable y está compuesto de LEDs infrarrojos.

- 7.- El aparato de la reivindicación 6, en el que los LEDs infrarrojos son de banda ancha y distribución espectral homogénea entre los 650 nm y los 1050 nm.
- 5 8.- El aparato de la reivindicación 1, en el que la unidad de posicionamiento (101) comprende una unidad de medición inercial con acelerómetros, giroscopios y magnetómetros en los tres ejes x, y, z.



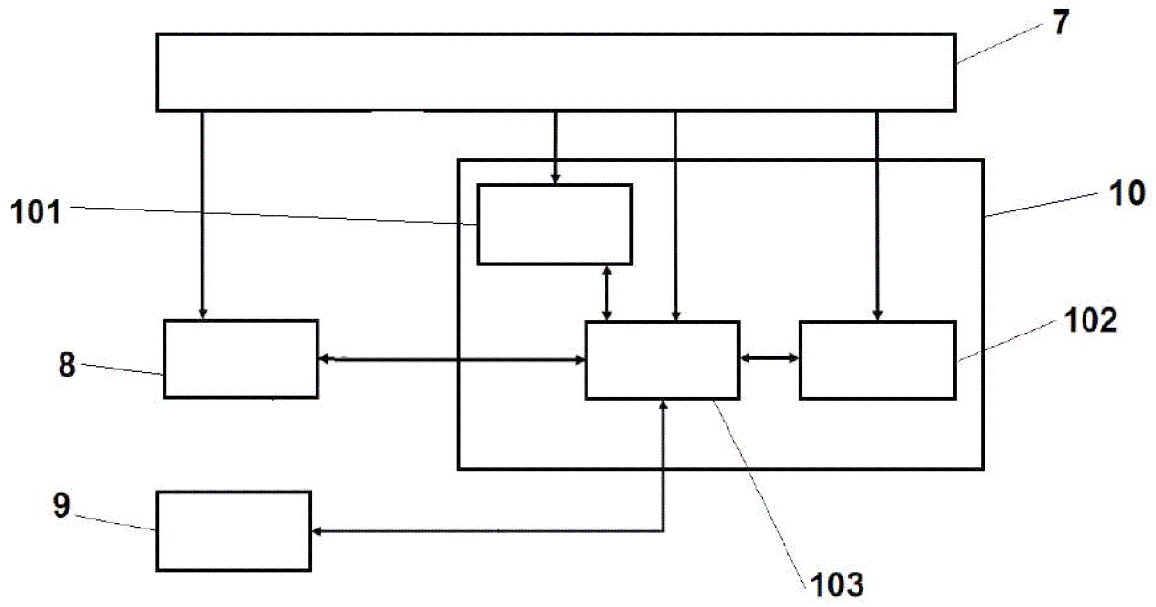


FIG. 2