

19



OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 773 378**

21 Número de solicitud: 201930017

51 Int. Cl.:

G01V 7/00 (2006.01)

12

SOLICITUD DE PATENTE

A1

22 Fecha de presentación:

10.01.2019

43 Fecha de publicación de la solicitud:

10.07.2020

71 Solicitantes:

**MUÑIZ ANIA, Florentino (100.0%)
Puerto Rico, 23 - 2º D
33213 GIJÓN (Asturias) ES**

72 Inventor/es:

MUÑIZ ANIA, Florentino

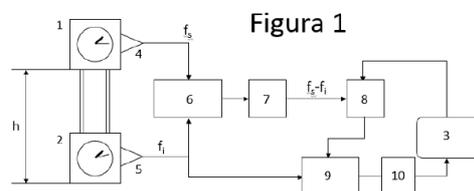
74 Agente/Representante:

ALESCI NARANJO, Magdalena

54 Título: **Gravímetro por corrimiento al rojo gravitacional**

57 Resumen:

Gravímetro por corrimiento al rojo gravitacional caracterizado por que comprende dos relojes (1, 2) atómicos superpuestos y conectados a un procesador (3) común, configurado para detectar el desfase entre ambos relojes (1, 2).



DESCRIPCIÓN

Gravímetro por corrimiento al rojo gravitacional

5 **SECTOR DE LA TÉCNICA**

La presente invención se refiere a un gravímetro, gravitómetro o medidor de la gravedad local que detecta el corrimiento al rojo gravitacional.

10 Es de aplicación en el campo de la geología, la geodesia, la electrónica y la física avanzada.

ESTADO DE LA TÉCNICA

15 Para algunos campos de la técnica, disponer de una medición muy exacta de la gravedad local es especialmente relevante. Por ejemplo, en prospección minera.

Un método de averiguación de la gravedad utiliza un péndulo de masa y longitud muy precisas, y la comparación de su frecuencia con la frecuencia teórica. Este
20 método ofrece una serie de posibles fuentes de error por tener una gran cantidad de partes mecánicas.

El solicitante no conoce una solución similar a la invención.

25 **BREVE EXPLICACIÓN DE LA INVENCION**

La invención consiste en gravímetro o gradiómetro, según las reivindicaciones.

La teoría de la relatividad establece que, al estimular un átomo, la radiación
30 emitida se ve afectada por el campo gravitatorio. En concreto, la frecuencia se reduce en función del valor de ese campo gravitatorio. Partiendo de este hecho, es posible calcular con precisión el valor de la gravedad en función de la frecuencia de emisión.

El campo gravitatorio también afecta al paso del tiempo, y por lo tanto es posible evaluarlo a partir de la reducción en el paso del tiempo según la gravedad, de forma que un reloj más alejado del centro de la tierra (f_s) corre más rápido que un reloj más cercano a éste (f_i) en función de la velocidad de la luz (c), la masa del sólido (m_a), la constante de Newton (G), la distancia (R_i) y la distancia entre relojes (h).

$$\frac{f_s - f_i}{f_i} = - \frac{\frac{G \cdot m_a}{c^2 \cdot (R_i + h)} - \frac{G \cdot m_a}{c^2 \cdot R_i}}{\frac{G \cdot m_a}{c^2 \cdot R_i}} = \frac{h}{R_i + h}$$

10 De donde en la segunda igualdad, como todo es conocido menos R_i , esta se deduce. Comparando con la R_i aportada por el sistema de posicionamiento se obtiene la anomalía de la gravedad.

También es posible aplicar la métrica de Schwarzschild para crear dos ecuaciones que comparten la mayor parte de las variables y de ahí averiguar g .

$$t_s = t \sqrt{1 - \frac{G \cdot m_a}{(R_i + h) \cdot c^2}}$$

$$t_i = t \sqrt{1 - \frac{G \cdot m_a}{R_i \cdot c^2}}$$

20 Donde " R_i " es el radio de la tierra en ese punto, " m_a " es su masa, " h " la distancia entre los relojes, " G " la constante de Newton, " t " el tiempo en un lugar inalterado por la gravedad y " t_s " y " t_i " el tiempo medido en los relojes correspondientes. De aquí se deduce R_i . Comparando con la R_i aportada por el posicionamiento se obtiene la anomalía gravitatoria en este punto.

25

Por lo tanto, la invención parte de dos relojes atómicos superpuestos, y conectados a un procesador común (ordenador, microcontrolador, tableta...) configurado para detectar el desfase entre ambos relojes. Este desfase permite calcular el valor de la aceleración local.

5

El gravímetro puede ser portado por un vehículo y estar conectado a un GPS o sistema de geolocalización preciso, para medir la gravedad y asociarla a las coordenadas precisas que incluirán la altura (es decir, el radio respecto del centro de la tierra).

10

Otras variantes se describirán más adelante.

DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

15 Para una mejor comprensión de la invención, se incluyen las siguientes figuras.

Figura 1: representación esquemática de un primer ejemplo de realización.

MODOS DE REALIZACIÓN DE LA INVENCION

20

A continuación se pasa a describir de manera breve un modo de realización de la invención, como ejemplo ilustrativo y no limitativo de ésta.

25 La realización mostrada en el esquema de la figura 1 comprende dos relojes (1,2) superpuestos, es decir a distintas alturas. La distancia entre ambos relojes (1,2) se conocerá con precisión y puede ser de un metro, aunque se prefiere que sea mayor. Los dos relojes (1,2) están comunicados con un procesador (3) común que es capaz de medir el desfase temporal entre ambos relojes (1,2), conociendo el tiempo que tarda de más el reloj inferior (2) en medir un mismo tiempo t_1 . Para
30 aumentar la precisión, los relojes (1,2) pueden ser atómicos.

Cada reloj (1,2) tendrá por lo tanto una frecuencia de paso de unidades de tiempo (por ejemplo, microsegundos), de forma que la comunicación de esas frecuencias

a través de sendas interfaces (4,5) hacia un mezclador (6) de frecuencias y un filtro pasa-bajos (7) permite conocer la diferencia de frecuencias entre ambos relojes ($f_s - f_i$). Esta diferencia se deriva hacia un divisor (8) entre "N" que ajusta la resolución y puede estar controlado o programado en por el procesador (3).

5

Un contador (9) digital envía al procesador (3) la información captada para presentar o almacenar los datos.

10 Cuando el contador (9) detecte "N" cuentas de ($f_s - f_i$) se envía una señal a un contador principal (10) que avisa al procesador (3) del final y envía su propia cuenta.

15 Para evitar que la temperatura afecte a la medición, se prefiere incluir todo el equipo en un contorno de atmósfera controlada (temperatura y opcionalmente presión). Igualmente, los equipos pueden estar realizados con materiales de bajo coeficiente de dilatación lineal, de forma que la distancia sea lo más invariable posible. También pueden incluir un medidor de la distancia que calibre ésta antes de realizar la medición. Por ejemplo, mediante un medidor láser.

20 Si el gravímetro es portátil, por ejemplo porque está montado en un vehículo, se puede estabilizar con giróscopos para evitar vibraciones y desalineamientos verticales.

Ejemplo:

25

Dos relojes dispuestos a un metro de distancia, si f_i es 1GHz, f_s es 1.000.000.157 Hz, y en el divisor (8), "N" se programa como 16.

30

$$f_s - f_i = 157\text{Hz}$$

$$T_N = \frac{N}{f_s - f_i} = 0,10191\text{ s}$$

$$T_N \cdot f_i = 1,0191 * 10^8 \text{ pulsos del reloj inferior}$$

Podemos esperar una precisión de una parte entre 10^8 .

Para calibrar el procesador (3) deberá dividir el número de pulsos medidos entre $10,368 \times 10^6$ que se aproxima a T para ofrecer la variable que se desea medir que no es la medida absoluta de la gravedad sino relativa.

$$\frac{T_N \cdot f_i}{g} \approx 10,368 * 10^6$$

Si se conectan tres relojes (1,2) superpuestos, se podrá también calcular el gradiente gravitacional.

10

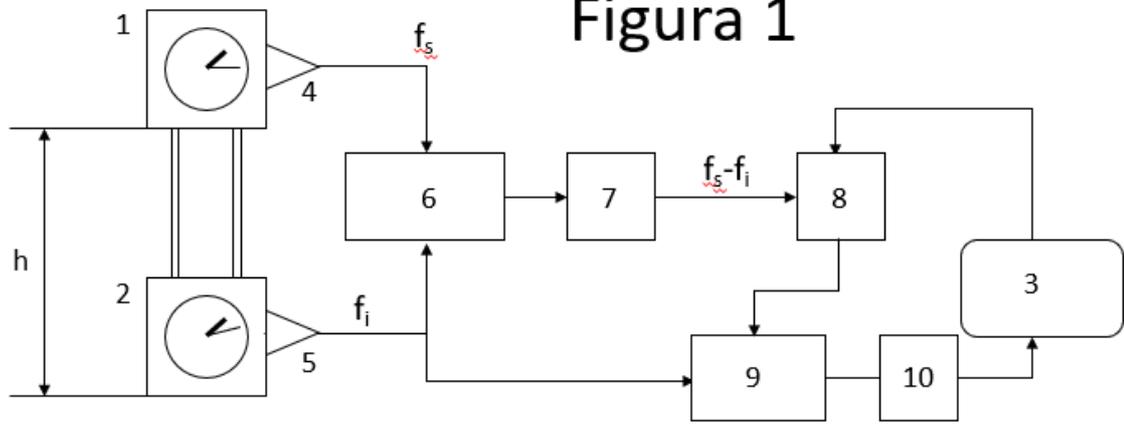
REIVINDICACIONES

1- Gravímetro por corrimiento al rojo gravitacional caracterizado por que
comprende dos relojes (1,2) atómicos superpuestos y conectados a un procesador
5 (3) común, configurado para detectar el desfase entre ambos relojes (1,2).

2- Gravímetro, según la reivindicación 1, cuyos relojes (1,2) están configurados
para enviar una frecuencia de paso de una unidad de tiempo predefinida a un
mezclador (6) de frecuencia conectado a un filtro pasa-bajos (7) para calcular la
10 diferencia de frecuencias entre ambos relojes, un divisor (8) de dicha diferencia
de frecuencias; un contador (9) digital que detecta la salida del divisor (8) y un
contador principal (10).

3- Gravímetro, según la reivindicación 1, que comprende un contorno de los
15 relojes atómicos (1,2) de atmósfera controlada en temperatura.

Figura 1





OFICINA ESPAÑOLA
DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

②① N.º solicitud: 201930017

②② Fecha de presentación de la solicitud: 10.01.2019

③② Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TÉCNICA

⑤① Int. Cl.: **G01V7/00** (2006.01)

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑤⑥ Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
X	WO 2012135020 A2 (BAKER HUGHES INC et al.) 04/10/2012, párrafo [0011]; párrafos [0014 - 0017]; párrafo [0020]; párrafo [0025]; párrafo [0033]; párrafos [0038 - 0043]; figuras 1 - 2.	1-3

Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia

Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría

A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita

P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud

E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

El presente informe ha sido realizado

para todas las reivindicaciones

para las reivindicaciones nº:

Fecha de realización del informe
28.10.2019

Examinadora
E. Pina Martínez

Página
1/2

Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación)

G01V

Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados)

INVENES, EPODOC, WPI