



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



① Número de publicación: **2 162 734**

② Número de solicitud: 009901470

⑤ Int. Cl.<sup>7</sup>: G01F 23/00  
G01F 23/04

⑫

PATENTE DE INVENCION

B1

② Fecha de presentación: **25.06.1999**

④ Fecha de publicación de la solicitud: **01.01.2002**

Fecha de concesión: **04.03.2003**

⑤ Fecha de anuncio de la concesión: **01.04.2003**

⑤ Fecha de publicación del folleto de patente:  
**01.04.2003**

⑦ Titular/es: **UNIVERSIDADE DA CORUÑA  
Oficina de Transferencia de Resultados  
de investigación (O.T.R.I.)  
Escuela de Caminos, Canales y Puertos  
Campus de Elviña, s/n  
15071 A Coruña, ES**

⑦ Inventor/es: **Puertas Agudo, Jerónimo**

⑦ Agente: **No consta**

⑤ Título: **Sensor para la medida del calado en canales.**

⑤ Resumen:

Sensor para la medida del calado en canales, depósitos u otro sistema hidráulico similar, basado en un posicionador (1) controlado desde un ordenador o dispositivo similar, un dispositivo de elevación (2) que mueve una barra cuya posición es detectada por el posicionador, y un circuito eléctrico, cuyos terminales (3) son solidarios con el extremo de la barra y cuyo contacto con el agua activa la lectura del posicionador, indicando así la cota del agua. El aparato se controlará desde un ordenador, que estará dotado de un software que, a partir de las medidas que registre el aparato, controlará las carreras de ascensión del dispositivo elevador para minimizar los intervalos entre registros.

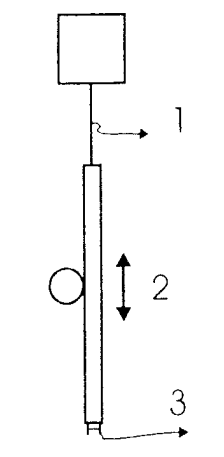


Fig. 1

Aviso: Se puede realizar consulta prevista por el art. 37.3.8 LP.

Venta de fascículos: Oficina Española de Patentes y Marcas. C/Panamá, 1 - 28036 Madrid

ES 2 162 734 B1

## DESCRIPCION

Sensor para la medida del calado en canales.

### Objeto de la invención

El objeto de la invención es medir el calado en un canal, o, más concretamente, medir la cota de la lámina de agua. No es sencillo, ya que el calado varía punto a punto y, si el régimen de funcionamiento es transitorio, varía, en un punto, a lo largo del tiempo. Se propone un sensor capaz de medir con precisión, y enviar la señal medida a un ordenador o un dispositivo similar en tiempo real, eliminando así por un lado las imprecisiones de otros tipos de sensores y las incomodidades de los sensores manuales.

### Antecedentes de la invención

Existen aparatos para la medida del nivel de agua en laboratorio, como el limnómetro, que se basa en una barra graduada que se hace ascender desde el fondo hasta la superficie del agua. Esta barra es coaxial con otra fija, marcada y dotada de un micrómetro, con lo que el registro de las lecturas inicial y final de la barra móvil indica el calado en el canal. Este aparato, de gran precisión y robustez, cuenta con el inconveniente fundamental de que es absolutamente manual. La instrumentación de laboratorio tiende a su informatización, de modo que las medidas se registren directamente en un ordenador, y dentro de esa dinámica, el limnómetro es un aparato obsoleto.

La medida de niveles de modo que los registros puedan ser almacenados en un ordenador ha sido abordada con varias metodologías:

- Sondas de ultrasonidos: muy utilizadas en instalaciones en que se quiere conocer el nivel de un depósito. No son muy precisas (del orden del centímetro) y no focalizan el punto de medida (se mide el calado medio de una zona amplia). No servirían para medir en puntos cercanos con niveles muy distintos (por ejemplo a lo largo de un resalto hidráulico).

- Sondas de presión: se usan para controlar niveles en embalses, depósitos, etc. Variar su posición es lento, con lo que no sirven para medir a lo largo de una serie de puntos, exigen calibrados frecuentes, son intrusivas y no localizan el punto de medida.

- Sondas basadas en propiedades de conductividad del agua: la sonda típica de estas características se basa en dos alambres o electrodos que se introducen en el agua. La conductividad (o una variable derivada de ésta) del circuito que se forma excitando los dos electrodos con una caída de tensión depende del nivel al que estén sumergidos. Si se dejan fijos en el canal, se registrará una variación de nivel como una variación de conductividad. Son intrusivos, cuesta moverlos de su posición y la medida depende del grado de salinidad y de la temperatura del agua.

Frente a estas metodologías, se propone otra, cuyas ventajas son:

- Es un aparato que ofrece una medida puntual (focaliza el punto de medida).
- Permite el registro informático de los datos.
- Permite medir en régimen transitorio con gran precisión.

- Permite su incorporación a una estructura (carro, brazo o superficie robotizada) y realizar medidas en varios puntos de modo muy simple y rápido.

### Descripción de la invención

#### a) Descripción del aparato

Independientemente de que puedan ser utilizados otros materiales y sistemas de movimiento de las partes móviles, se propone un esquema básico basado en los siguientes elementos, detallados en la figura 1:

- Un posicionador o "encoder" (1). Básicamente se trata de un hilo metálico que se enrolla o desenrolla en un eje según se estire o se ceda. La longitud de hilo desenrollado se transforma en una señal analógica, usualmente del tipo 4-20 mA ó 0-10 V, sin perjuicio de que existan otros umbrales. Así, un posicionador de 1 m de longitud dará una señal de 4 mA cuando está totalmente enrollado, una señal de 20 mA cuando está completamente desenrollado, y señales intermedias cuando está en una posición intermedia. La restitución a longitudes se realiza desde un ordenador dotado de una tarjeta de conversión analógico/digital o desde otro equipo electrónico que cumpla la misma función.
- Un mecanismo mecánico basado en la idea del limnómetro (2): una barra que suba y baje ayudada por un motor o un dispositivo similar (hidráulico, etc.).
- Un circuito eléctrico basado en una excitación (en general una diferencia de potencial), que se activará cuando dos electrodos (conductores) (3), que en general están al aire, tomen contacto con el agua.

El funcionamiento básico se detalla a continuación:

La barra está inicialmente al aire. Los electrodos están situados en su punta, aislados si la barra es metálica. Al mover la barra con la ayuda del dispositivo accionador (motor o similar) sus movimientos son seguidos por el posicionador, cuyo hilo o dispositivo similar se mueve de modo solidario con la barra. Cuando los electrodos (cuya separación puede ser pequeña -del orden de 1 cm e incluso menos, lo necesario para que no se formen gotas entre ellos-) tocan la superficie del agua, se cierra el circuito. Esto se puede detectar desde el ordenador mediante una señal de tipo digital o de un modo similar (todo-nada). En el momento que se detecta circuito cerrado, se puede registrar la medida del posicionador, que es justamente la de la superficie del agua. Adicionalmente, se puede dar orden de retroceso al motor para sacar la barra del agua (apenas habrá entrado).

Con este sistema, muy simple y completamente controlado desde un ordenador, se garantiza no afectar apenas el flujo, y tener medidas localizadas y precisas independientemente de la calidad del agua.

El motor, la señal digital y la señal analógica se gestionan desde un ordenador, autómata o similar, que se programará para realizar todas las operaciones necesarias, que son, en orden:

- dar orden al motor para bajar
- percibir el cierre del circuito
- grabar el dato del posicionador
- invertir el motor
- llegar a la posición superior de reposo
- volver a bajar
- ...

Al estar todo centralizado en el ordenador, autómata o similar, se pueden programar las cadencias de actuación del motor de acuerdo con los valores que se registran.

b) *Control de movimientos. Secuencias del motor*

Uno de los aspectos de mayor interés en el aparato que se propone es su capacidad para seguir de modo automático los movimientos del agua (aumentos o disminuciones de calado) a lo largo del tiempo. Si en lugar de estar en una posición fija, el aparato se sitúa en un carril y se desea registrar el perfil de la superficie libre del agua a lo largo de un tramo, el problema es análogo.

Dado que el aparato envía sus registros y los tiempos en que se producen a la unidad de control (ordenador o autómata), éste puede realizar en tiempo real los cálculos necesarios para analizar las tendencias, y actuar sobre el motor en consonancia con ellas. De este modo, se pueden agilizar las medidas.

Suponiendo que el brazo móvil tenga una carrera de 30 cm (es un ejemplo), y que el motor lo mueva a una velocidad de 1 cm/s (puede ser mucho más rápido, evidentemente), no sería razonable que el brazo se retrajese hasta arriba tras cada medida, ya que tardaría del orden de un minuto en subir y bajar. Es razonable que la primera medida la haga desde arriba, que será (en general) su posición de reposo, pero las siguientes las puede hacer desde posiciones intermedias, con la única salvaguarda de que el sensor salga del agua cada vez, independientemente de que el nivel del agua esté subiendo (o bajando).

*Modo preferente de maniobra del aparato*

Se propone (como mero ejemplo) un programa de adaptación de los movimientos a las medidas, basado en una altura de consigna a fijar por el usuario. Esta altura (6) (por ejemplo 1 cm) será

la altura a la que subirá el sensor tras una medida, respecto del nivel de la siguiente medida. Es decir, si cabe esperar que la medida sea de 18 cm, el sensor subirá hasta 19. Manteniendo la velocidad de 1 cm/s, el sensor podría hacer una medida cada 2 segundos. Si se baja el nivel de consigna o se aumenta la velocidad del motor, la frecuencia puede ser mayor.

El modo de adaptación se esquematiza en las figuras 2 y 3. Tras las primeras medidas, con niveles de consigna estandarizados o fijados por el usuario (por ejemplo, subir 5 cm), se establece la velocidad de subida o bajada de la lámina de agua con el tiempo (5) (o con la posición, si el sensor se mueve sobre un carril). El ordenador procesa esa información, y calcula cuál debe ser la elevación del sensor (6) para estar 1 cm (o lo que se desee (7)) por encima de la siguiente posición de medida. El cálculo es válido tanto si la lámina sube como si baja y, por supuesto, si el nivel permanece constante. Existe la limitación evidente de que la lámina suba más rápidamente de lo que puede hacerlo el motor. Si se va a trabajar con regímenes fuertemente variables, hay que dotarse de un motor de respuesta rápida. De este modo, se obtiene la curva de adaptación del sensor (4).

Para el tipo de control propuesto, el valor de la elevación del sensor desde su posición de contacto con el agua, para una altura de consigna L, y según los ángulos indicados en la figura 2, sería:

$$\text{Elevación} = L + \frac{2L \operatorname{sen} \alpha \cos \beta}{\operatorname{sen}(\beta - \alpha)}$$

Si los cambios de sentido del motor tienen un tiempo no despreciable ( $\Delta t$ ), hay que añadir un incremento de longitud ( $\Delta L$ ), de valor:

$$\Delta L = L + \frac{\operatorname{tg}(\alpha) \Delta t}{1 - \frac{\operatorname{tg}(\alpha)}{\operatorname{tg}(\beta)}}$$

Obviamente, el tipo de control puede variarse de acuerdo con las necesidades concretas de la aplicación, y deben establecerse alarmas ante situaciones irregulares, como el anegamiento de la sonda por cambios súbitos de calado.

### REIVINDICACIONES

1. Sensor para la medida del calado en canales (depósitos u otro sistema hidráulico), **caracterizado** por estar basado en un posicionador controlado desde un ordenador o dispositivo similar, un dispositivo de elevación que mueve una barra cuya posición es detectada por el posicionador, y un circuito eléctrico, cuyos terminales son solidarios con el extremo de la barra y cuyo contacto con el agua activa la lectura del posicionador, indicando así la cota del agua.

2. Sensor para la medida del calado en canales (depósitos u otro sistema hidráulico), **caracteri-**

**zado** por el sistema de seguimiento de un frente de onda, en el espacio o en el tiempo, mediante el análisis de lecturas sucesivas de la sonda y el cálculo de los movimientos necesarios del motor, según la reivindicación 1<sup>a</sup>, para garantizar que el sensor sale del agua tras la medida y que el recorrido que realiza no implica un tiempo de maniobra excesivo. Los cálculos, que realiza el ordenador en base a las medidas sucesivas, tienen como dato las velocidades del motor y de variación de la lámina de agua, y una altura de consigna, definida por el usuario, cuya limitación inferior debe ser compatible con evitar la succión producida por la tensión superficial o el oleaje.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

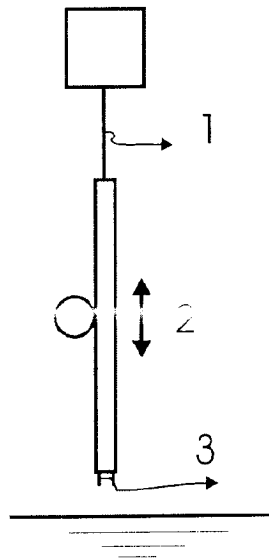


Fig. 1

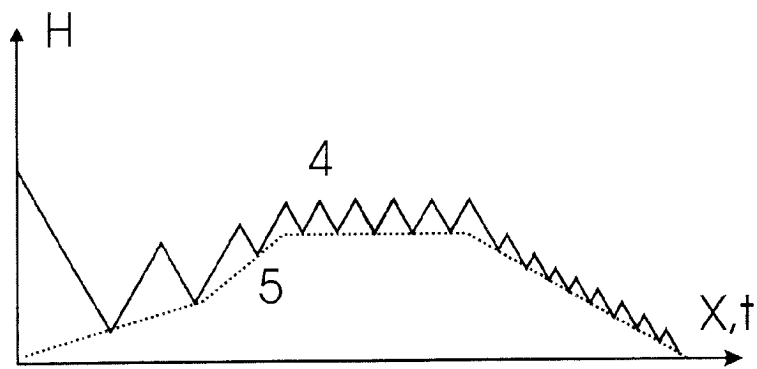


Fig 2

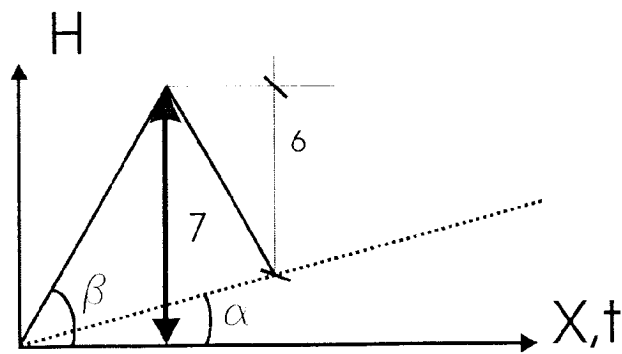


Fig. 3



INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

⑤ Int. Cl.<sup>7</sup>: G01F 23/00, 23/04

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
Y	US 5533392 A (KIRA) 09.07.1996, columna 2, línea 56 - columna 3, línea 23; columna 3, línea 61 - columna 4, línea 62; reivindicación 1; figuras 1,2a,2b,2c.	1
A		2
Y	ES 2014359 A (RAFAEL GOMEZ DEL VALLE) 01.07.1990, columna 4, líneas 4-51.	1
A	US 4875295 A (FLECKENSTEIN) 24.10.1989, columna 2, líneas 28-66; reivindicación 1; figuras 1,2.	1,2
A	WO 9118267 A (CATTARINO, YVAN) 28.11.1991, reivindicación 1; figura 1.	1
A	US 4219133 A (SINSKY) 26.08.1980, columna 2, líneas 33-64; figuras 1-3.	1

**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 n.º:

**Fecha de realización del informe**

19.11.2001

**Examinador**

R. San Vicente Domingo

**Página**

1/1