(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 403 177**

(51) Int. CI.:

G01V 15/00 (2006.01)
F16L 1/11 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **01.06.2007 E 07788827 (9)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.11.2012 EP 2030050**

(54) Título: **Sistema de detección, adaptado para la identificación y para el seguimiento de canalizaciones enterradas o de otros cuerpos enterrados en el suelo o embebidos en unas obras de ingeniería civil**

(30) Prioridad:

02.06.2006 FR 0604948

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
16.05.2013

(73) Titular/es:

SOCIÉTÉ PLYMOUTH FRANÇAISE (50.0%)
21 Allée du Rhône
69320 Feyzin, FR y
APERAM ALLOYS IMPHY (50.0%)

(72) Inventor/es:

ARNAUD, DANIEL;
BELLOIR, FABIEN;
DAMOUR, FRANÇOIS-XAVIER y
REYAL, JEAN-PIERRE

(74) Agente/Representante:

CURELL AGUILÁ, Mireia

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

Sistema de detección, adaptado para la identificación y para el seguimiento de canalizaciones enterradas o de otros cuerpos enterrados en el suelo o embebidos en unas obras de ingeniería civil.

La presente invención se refiere a un sistema de detección, adaptado para la identificación y para el seguimiento de canalizaciones enterradas u otros cuerpos enterrados en el suelo o embebidos en unas obras de ingeniería civil.

Las obras de ingeniería civil son por ejemplo unas carreteras o unos puentes.

La dificultad de obtener unas informaciones sobre la presencia, el trazado y la naturaleza de canalizaciones y/o de líneas enterradas se debe a que, la mayor parte de las veces, no se ve nada desde el exterior y a que los planos que existen resultan a menudo imprecisos, incompletos, o incluso a veces erróneos.

Es importante, para una ganancia de tiempo y de costes, poder detectar la presencia de dichas canalizaciones y líneas, y localizarlas con precisión, sin excavar el suelo, ni destruir obras, con ocasión de trabajos ulteriores. De una forma general, los procedimientos utilizados deben ser simples de realizar en la obra por el personal de obra de calificación media. Además, el aparellaje para la realización de estos procedimientos de detección debe ser robusto y fiable y su coste debe seguir siendo inferior a la inversión que sería necesaria para la actualización de las canalizaciones por excavación o de su enrejado avisador para asegurarse de su presencia.

Se pueden utilizar varios procedimientos para realizar la detección de canalizaciones enterradas. Un primer procedimiento consiste en "visualizar" una canalización enterrada metálica o no con la ayuda de un radar de subsuelo. Sin embargo, el coste y la complejidad de los sistemas utilizados hacen que estos sistemas no estén adaptados a los problemas prácticos planteados.

La detección por vía electromagnética es el método más utilizado. Esta detección electromagnética puede ser efectuada mediante unos detectores de metales habituales, unos detectores electromagnéticos que se basan en la detección de una señal, y unos detectores asociados a unos marcadores.

Los detectores de metales habituales detectan de forma indiferenciada todas las piezas metálicas que están enterradas en el suelo, sin hacer discriminación entre las piezas a detectar y las piezas parásitas.

Si la canalización está revestida con un dispositivo de codificación que comprende unos elementos eléctricamente conductores, tales como placas o hilos, dispuestos con unas separaciones determinadas, y montados sobre un soporte aislante, un detector puede detectar dichos elementos, pero la lectura del código puede ser perturbada por los elementos parásitos enterrados en el suelo, o también por la presencia próxima de varios objetos que comprenden unos elementos de codificación.

Otra solución consiste en utilizar unos detectores electromagnéticos que se basan en la detección de una señal. Esta solución necesita la inyección de una señal eléctrica en una canalización o en un cable enterrado, o en un elemento metálico asociado y que sigue el trazado de una canalización. Dicha solución adolece del inconveniente de tener que acceder parcialmente a la canalización o al elemento metálico asociado para inyectar la señal eléctrica, a través de las cajas instaladas a distancias regulares sobre la línea para servir de puntos de acceso.

En ciertos casos, es posible utilizar un detector de señal pasivo, que se basa en la detección de una señal existente. Tal es el caso de los cables en tensión de las líneas de la red de distribución de electricidad y de la red telefónica, en los que está presente habitualmente una corriente o señal. La tierra es también la sede de numerosas corrientes de retorno que tienden a encontrarse en las canalizaciones metálicas. Sin embargo, no es posible la detección de un cable en tensión no cargado, puesto que solamente la circulación de una corriente genera un campo magnético.

Esta detección es sin embargo aleatoria en razón de la posibilidad de cargas variables o nulas en el caso de una red de distribución de electricidad, en razón de la utilización muy extendida de pares de cables retorcidos, de manera que los campos " ida" y "vuelta" tienden a compensarse.

Existen unos detectores asociados a unos marcadores semiactivos o resonantes. Los marcadores comprenden una bobina pasiva recubierta por una coquilla protectora de material aislante, y sintonizada a una cierta frecuencia. El detector comprende un generador electromagnético que pulsa una gama de frecuencias y excita las bobinas. El inconveniente de dicho sistema reside en el hecho de que, si se trata de seguir una canalización, es necesario enterrar los marcadores a intervalos regulares y de forma suficientemente próxima para no perder la canalización, lo cual genera un coste de instalación elevado. Además, no se da ninguna indicación de dirección. Por último, si es posible detectar una canalización, la identificación de ésta es mucho más compleja.

El documento FR 2 819 055 describe un sistema de detección, adaptado para la identificación y para el seguimiento de canalizaciones enterradas u otros cuerpos enterrados en el suelo o embebidos en obras de ingeniería civil, que comprende:

- un dispositivo de codificación, aplicado o integrado en los objetos o colocado a una distancia predeterminada de los objetos, que se presenta en forma de una sucesión de elementos de codificación de pequeño espesor, que forman cada uno una superficie de dimensión predeterminada, estando estos elementos separados unos de los otros,

- un dispositivo de detección que comprende por lo menos una bobina de emisión, por lo menos una bobina de recepción,

- un dispositivo de medición de desplazamiento, y

- un dispositivo de tratamiento de las señales procedentes de la bobina de recepción.

La emisión de una onda electromagnética de energía suficiente permite obtener de retorno una onda de frecuencia fundamental, emitida por cada elemento de codificación realizado en material conductor. Un tratamiento particular de la señal permite además minimizar el impacto de los elementos parásitos en el suelo.

Sin embargo, la colocación de dicho sistema no permite liberarse completamente de los elementos conductores parásitos presentes en el suelo.

Además, aunque un sistema de este tipo ha resultado eficaz en ciertas aplicaciones, la fiabilidad de la detección sigue siendo limitada, comprendiendo la señal de respuesta pocas informaciones. Ésta está en efecto compuesta por una onda única de frecuencia fundamental.

Por último, la incorporación de dichos sistemas en unos dispositivos avisadores puede resultar compleja, en particular en razón de su volumen.

La invención prevé resolver estos inconvenientes proponiendo un sistema de detección, adaptado para la identificación y para el seguimiento de canalizaciones enterradas o de otros cuerpos enterrados en el suelo o embebidos en unas obras de ingeniería civil, que pueda ser realizado fácilmente, y a bajo coste, y que permita realizar una detección, una identificación y un seguimiento fiable, incluso en presencia de elementos parásitos en el suelo.

Con este fin, la invención se refiere a un sistema de detección, adaptado para la identificación y para el seguimiento de canalizaciones enterradas o de otros cuerpos enterrados en el suelo o embebidos en unas obras de ingeniería civil, que comprende:

- un dispositivo de codificación, aplicado o integrado en los objetos o colocado a una distancia predeterminada de los objetos, que se presenta en forma de una sucesión de elementos de codificación de pequeño espesor, que forman cada uno una superficie de dimensión predeterminada, estando estos elementos separados unos de los otros,

- un dispositivo de detección que comprende por lo menos una bobina de emisión, por lo menos una bobina de recepción, y

- un dispositivo de tratamiento de las señales procedentes de las diferentes bobinas,

caracterizado porque por lo menos algunos de los elementos de codificación están realizados en material magnético, estando el dispositivo de detección dispuesto para saturar o modificar el punto de funcionamiento de los elementos de codificación en su ciclo de funcionamiento, que emiten entonces una señal rica en frecuencias, compuesta por una onda de frecuencia fundamental así como por ondas de frecuencia múltiplo del valor de la frecuencia fundamental, denominadas armónicos, recoger y tratar la señal procedentes de estos elementos, y reconstituir la codificación del objeto.

La utilización de las propiedades magnéticas de los elementos de codificación que constituyen el código permite obtener una multitud de informaciones y fiabilizar así la lectura de este código.

En efecto, mientras que la utilización clásica de elementos de codificación conductores permite únicamente obtener, como respuesta, una onda de frecuencia fundamental, este sistema se apoya sobre una señal compuesta a la vez por una onda de frecuencia fundamental así como por ondas de frecuencias múltiplos, que corresponden a los armónicos.

El término "múltiplo" no debe ser entendido en sentido estricto. Así, una onda de frecuencia múltiplo puede por ejemplo ser una onda cuya frecuencia es próxima al doble de la frecuencia fundamental, pero no exactamente igual a este valor.

Un sistema de este tipo permite además liberarse de los elementos parásitos, generalmente conductores, enterrados en el suelo o presentes en los alrededores del objeto a identificar.

Además, la identificación de ondas armónicos que corresponden a una onda fundamental permite identificar y separar las señales emitidas por los elementos conductores parásitos y las emitidas por los elementos de codificación.

Ventajosamente, los elementos de codificación presentan una permeabilidad máxima inferior a 200000, una inducción de saturación inferior a 2 Teslas, y un campo coercitivo inferior a 2 A/m, siendo estas medidas realizadas en corriente continua.

Este tipo de elementos de codificación puede ser saturado con la ayuda de una onda electromagnética de energía baja.

Ahora bien, los dispositivos de detección están destinados a ser transportados sobre la zona de medición. La posibilidad de utilizar una baja energía de excitación para obtener una respuesta fiable aumenta entonces la portabilidad del sistema de detección.

Además, los elementos parásitos magnéticos presentes en el suelo, que están en número reducido en comparación con los elementos conductores, son difícilmente saturables.

Así, si se emite una onda de baja energía, solamente los elementos de codificación emitirán una respuesta en forma de ondas inidentificables.

Según una primera forma de realización, los elementos de codificación están realizados en aleación ferromagnética del tipo nanocristalino, siendo las aleaciones nanocristalinas unas aleaciones de composición del tipo ($Fe_{74,5}Si_{13,5}B_9Mb_3,Cu_x$) fabricadas por temple rápido sobre una rueda giratoria a la velocidad, o también unas aleaciones del tipo FeZrBCu o cualquier tipo de aleación de propiedades próximas.

Según una segunda forma de realización, los elementos de codificación están realizados en aleación del tipo hierro-níquel o hierro-níquel-cobalto, en aleación magnética amorfa a base de hierro o de cobalto.

Dichos materiales tienen excelentes propiedades magnéticas y son fácilmente saturables.

Según una tercera forma de realización, se pueden utilizar unas aleaciones del tipo hierro-silicio, unos aceros que necesitan sin embargo una energía más importante para su saturación.

Preferentemente, los elementos de codificación están recubiertos con la ayuda de películas, por ejemplo de tereftalato de polietileno (PET), de polietileno (PE) o de poliamida, con vistas a crear un sistema de código desarrollable en la vertical de la canalización, de su protección en el tiempo y a su protección contra la corrosión y las agresiones mecánicas.

Según una característica de la invención, los elementos de codificación comprenden varias capas de materiales magnéticamente diferentes.

Una disposición de este tipo permite aumentar las informaciones que se pueden obtener mediante cada elemento de codificación, con el fin de densificar la codificación.

Según una característica alternativa, los elementos de codificación comprenden por lo menos una capa de material magnético y por lo menos una capa de material conductor.

Esta característica permite utilizar a la vez las propiedades magnéticas de los elementos de codificación al mismo tiempo que se apoyan además sobre una detección que utiliza las corrientes de Foucault.

Ventajosamente, los elementos de codificación, destinados a equipar un cuerpo longitudinal del tipo canalización, se presentan en forma de etiquetas alargadas, estando los elementos de codificación separados unos con respecto a los otros según el eje del cuerpo y orientados según este eje y/o forman un ángulo con éste.

Dicha disposición de los elementos de codificación a lo largo del cuerpo permite realizar un código identificable que facilita el seguimiento del cuerpo por parte del usuario.

Según una característica, los elementos de codificación presentan diferentes formas y/o diferentes dimensiones.

La forma y la dimensión de los elementos permiten realizar una densificación de la información, ofreciendo así unas posibilidades incrementadas de codificación.

Según una posibilidad, los elementos de codificación comprenden por lo menos una capa de pintura a base de ferritas y/o de polvo de aleación nanocristalinos.

De todas maneras, la invención se comprenderá mejor con la ayuda de la descripción siguiente, haciendo referencia al plano esquemático adjunto que representa, a título de ejemplos no limitativos, varias formas de realización de este sistema.

la figura 1 es una vista de un tramo de canalización equipado con elementos de codificación, en posición enterrada y en curso de fase de detección;

la figura 2 es una vista en perspectiva que representa las bobinas de emisión y de recepción dispuestas según una primera variante de realización;

las figuras 3 y 4 son unas vistas que corresponden a la figura 2, respectivamente de una segunda y de una tercera formas de realización;

las figuras 5 a 12 son unas vistas que representan una parte de la canalización equipada con elementos de codificación según diferentes formas de realización de la invención.

La figura 1 describe una canalización 1 enterrada en la tierra 2. Por encima de esta canalización 1, a una distancia par determinada, está depositada una banda constituida por una pluralidad de elementos de codificación magnéticos 3, 3', 3'', pegados entre dos bandas de polímero. Como indica el esquema, esta banda está enterrada en el suelo.

El sistema de detección, de identificación y de seguimiento comprende un soporte 4 desplazable por un usuario en superficie y que comprende por lo menos una bobina de emisión o de excitación 5, por lo menos una bobina de recepción 6, un dispositivo de tratamiento de las señales procedentes de la bobina de recepción 6 y por lo menos un sistema para determinar la posición, la dirección del desplazamiento y la velocidad de desplazamiento del conjunto.

Preferentemente, se utiliza una rueda codificadora con el fin de determinar la posición espacial del sistema de detección.

La bobina de emisión 5 es preferentemente una bobina plana, lo cual permite saturar más fácilmente los elementos de codificación 3, cualquiera que sea su orientación. Se prefiere además que sea paralela a los elementos de codificación 3, 3', 3'' con el fin de aumentar la intensidad de la señal.

Según una primera forma de realización representada en la figura 2, cada bobina de recepción 6 está colocada paralelamente a la bobina de emisión 5 correspondiente y en la zona de sombra de esta última, es decir sustancialmente en el centro de ésta.

Según una segunda forma de realización representada en la figura 3, la bobina de recepción 6 está dispuesta perpendicularmente a la bobina de emisión 5 y al eje de la canalización 1.

Se podrían obtener también varias bobinas de recepción 6 asociadas a cada bobina de emisión 5.

Según una tercera forma de realización representada en la figura 4, el sistema comprende por lo menos una bobina de emisión 5 dispuesta paralelamente a los elementos de codificación 3, es decir según el plano XOY, y asociada a por lo menos dos bobinas de recepción 6 y 6', dispuestas por ejemplo a uno y otro lado de la bobina de emisión, estando la bobina de recepción 6 dispuesta en el plano paralelo al plano XOZ y estando la bobina 6' dispuesta en un plano paralelo al plano YOZ.

La combinación de la bobina de recepción 5 y de la o de las bobinas de recepción 6 forma entonces un detector electromagnético basado en el principio de equilibrio de inducción.

La invención prevé utilizar las propiedades magnéticas de los elementos de codificación 3, 3' y 3''.

Para ello, se envía al suelo 2 una onda electromagnética de frecuencia y de energía determinadas, en dirección a la canalización 1, con el fin de alcanzar los elementos de codificación 3.

El suelo comprende una pluralidad de elementos parásitos 17, compuestos generalmente por materiales conductores y/o por materiales magnéticos difícilmente saturables.

La frecuencia, que se denominará fundamental y que se señalará f_0, y la energía de la onda emitida están adaptadas en función de las propiedades intrínsecas del material utilizado y de la profundidad del elemento. Esta frecuencia y esta energía se utilizan para excitar cada elemento de codificación magnético 3, 3' y 3'' de manera que lleve este elemento a un estado próximo a la saturación.

Se recuerda que el estado de saturación de un elemento electromagnético es el estado en el que está sometido a un campo magnético exterior cuya intensidad es tan importante que la inducción magnética no puede ser aumentada de forma apreciable por un incremento de la intensidad de este campo. Este estado corresponde así al estado de imantación máximo del elemento.

Los elementos de codificación sometidos a dicha saturación emiten entonces una onda de frecuencia fundamental f_0 así como una pluralidad de ondas de frecuencias múltiplos $2f_0$, $3f_0$, … , nf_0 que corresponden a los armónicos.

Esta señal es recogida a continuación por la o las bobinas de recepción y después transmitida al dispositivo de tratamiento.

En otros términos, la bobina de emisión, recorrida por una corriente alterna de frecuencia f_0 igual a 10 kHz, por ejemplo, genera un campo magnético de excitación suficiente para saturar los elementos de codificación 3, 3’ y 3’’ del tipo etiqueta o "tags". Las características técnicas de estas etiquetas se describen a continuación.

Esta saturación se traduce por una deformación de la señal emitida y por la creación de los armónicos que caracterizan el punto de funcionamiento de las etiquetas 3, 3’ y 3’’.

Las bobinas de recepción 6 y 6’ están eventualmente colocadas en unas zonas denominadas "zonas de sombra" y están sintonizadas a las frecuencias deseadas, detectan la variación del campo magnético generado por la bobina de emisión 5, debida a la presencia de las etiquetas 3 y 3’. Se debe observar que una zona de sombra está definida como la región en la que el flujo total del campo magnético de frecuencia f_0 generado por la bobina de emisión en la bobina de recepción es muy bajo, incluso nulo en la ausencia de diana, es decir de elemento de codificación o etiqueta 3, 3’. Las frecuencias utilizadas son generalmente el segundo ($2f_0$) y el tercer armónicos ($3f_0$).

Además, aparte de la explotación de la característica magnética no lineal de los materiales de las etiquetas, el sistema según la invención también es apto para explotar el hecho de que las etiquetas delgadas y largas tienen una dirección de imantación fácil en el sentido de la longitud de las etiquetas.

La orientación de la bobinas 6 y 6’ depende de la de las etiquetas 3 y 3’ a detectar. A cada tipo de etiquetas, es decir para cada orientación de las etiquetas, está asociada por lo menos una bobina de recepción 6 o 6’ cuyo plano es ortogonal a la orientación de la etiqueta 3 o 3’. Esto permite detectar un flujo magnético máximo correspondiente a cada par "bobina-tipo de etiquetas".

Cada tipo de bobinas lee así individualmente un tipo de etiquetas. Sin embargo, las etiquetas de otro tipo envían también una señal a cada bobina de recepción. Esta señal perturbadora está minimizada cuando el sistema de detección está alineado sobre las etiquetas 3 o 3’, por la elección de poner la normal al plano de una bobina de recepción paralelamente al eje de simetría de un tipo de etiquetas. Las bobinas de recepción ven entonces principalmente las etiquetas que les son ortogonales.

La estructura y la posición de las diferentes bobinas presentan además las ventajas siguientes. El campo magnético generado por la bobina de emisión es un campo clásico generado por una bobina plana convencional. Así, es indiferente que el elemento de codificación en forma de etiqueta pase por una zona de campo magnético nulo, es decir en la proximidad o por la bobina de emisión. Es suficiente simplemente que el elemento de codificación sea excitado por un campo magnético alterno de manera que lo sature.

Se puede asociar también a un tipo de etiquetas una primera frecuencia armónica, por ejemplo $2f_0$, y a otro tipo de etiquetas otra frecuencia armónica, por ejemplo $3f_0$ o nf_0.

Es posible entonces discriminar las etiquetas, y obtener a través de las bobinas de recepción, unas informaciones en fase y en amplitudes que podrán ser tratadas separadamente para cada clase de etiquetas 3 o 3’.

Las señales características de los códigos se obtienen por comparación, típicamente una detección síncrona en la que la recepción de la señal se realiza en sincronismo con la emisión, entre la señal emitida por las bobinas de emisión y la señal recibida por las bobinas de recepción.

Se debe observar que se podrá utilizar asimismo cualquier otro procedimiento de comparación conocido.

La presencia de los elementos de codificación magnéticos modifica la señal recibida, lo cual permite detectar la presencia y la naturaleza de los elementos.

La señal emitida, compuesta a la vez por una onda de frecuencia fundamental y por ondas que corresponden a los armónicos, permite aumentar la densidad de la codificación, es decir el número de informaciones, después del tratamiento de la señal. La fiabilidad de lectura del código correspondiente y por tanto de la detección está así considerablemente aumentada.

En caso de yuxtaposición de diferentes códigos distintos o de presencia de elementos magnéticos perturbadores, las señales características de los códigos están perturbadas. Sin embargo, gracias a la redundancia de informaciones debida a la utilización de algoritmos de separación de fuente y, si es necesario, a la utilización de varias bobinas de recepciones asociadas a cada bobina de emisión, es posible reconstituir la verdadera señal representativa del código.

Es suficiente de entonces identificar la señal que representa la signatura del código por diferentes métodos de reconocimiento de formas y de clasificación, del tipo redes de neuronas, lógica difusa y otros métodos clásicos.

La respuesta final se obtiene por la utilización de procesos de ayuda a la decisión que analizan las respuestas de cada uno de los procedimientos citados anteriormente.

Este tipo de tratamiento de la señal procedente de las bobinas de recepción se describe con mayor detalle en el artículo "BELLOIR F., HUEZ R., BILLAT A.; 2000; A smart flat-coil eddy-current sensor for metal-tag recognition; Measurement science & technology; vol. 11, nº 4, p. 367- 374".

El sistema según la invención permite entonces detectar unas canalizaciones enterradas a una profundidad que puede alcanzar 2 m

Se trata ahora de detallar la composición y el posicionado de los elementos de codificación 3 y 3' sobre el cuerpo longitudinal 1.

Estos elementos de codificación 3 están realizados en material magnético suave y presentan, preferentemente, una permeabilidad inferior a 200000, una inducción de saturación inferior a 2 Tesla y un campo coercitivo inferior a 1 A/m.

Según una primera posibilidad, los elementos 3 están realizados en aleación del tipo hierro-níquel o hierro-cobalto, en aleación magnética amorfa a base de hierro o de cobalto, en aleación del tipo hierro-silicio o en acero.

Unas aleaciones del tipo hierro-níquel particularmente interesantes por su alta permeabilidad son el permaloy y el mumetal.

Según otra posibilidad, los elementos de codificación 3 presentan una banda de aleaciones nanocristalinas dispuesta entre dos hojas de polímero de tipo tereftalato de polietileno (PET), polietileno (PE), poliamida u otro.

En este caso, la permeabilidad del material es del orden de 200000, la inducción de saturación es elevada, sustancialmente del orden de 1,2 T y el campo coercitivo es bajo, inferior a 2 A/m. Además, dichos elementos de codificación 3 de material nanocristalino pueden ser utilizados con una frecuencia de emisión baja, inferior a 1 MHz y por ejemplo del orden de 10 kHz.

Estos elementos de codificación se presentan así en forma de etiquetas o "tags" que se imantan preferentemente en el sentido de la longitud que es la dirección de fácil imantación. Como se describirá a continuación, estas etiquetas pueden ser colocadas paralelamente al desplazamiento del detector electromagnético, ortogonalmente a este desplazamiento, o también según un ángulo determinado con respecto a éste.

Se puede, utilizar además unas pinturas magnéticas constituidas por un disolvente, por un ligante polímero y por polvos magnéticos. En este caso, los polvos pueden ser o bien unos polvos de ferritas, o bien unos polvos de aleaciones nanocristalinas. Estos dos tipos de polvo presentan la ventaja de poder trabajar con una señal de frecuencia más elevada, pero no pueden ser enterrados profundamente.

Los elementos de codificación 3 y 3' también pueden estar realizados en forma de capas de materiales magnéticos diferentes, incluso comprender unas capas de material conductor.

Las figuras 5 a 12 presentan algunas de las formas de realización previsibles en lo que se refiere al posicionado, la forma y la elección de los elementos de codificación.

Así, según una forma de realización que aparece en la figura 5, los elementos de codificación 3 y 3' se presentan en forma de etiquetas alargadas, estando los elementos de codificación separados unos con respecto a los otros según el eje del cuerpo 1, estando una parte de los elementos 3 orientados según este eje, estando una parte 3' orientada perpendicularmente a éste, y estando otra parte 3'' orientada según otro ángulo con respecto al eje definido por el cuerpo 1.

Alternativamente, los elementos de codificación 3 están orientados únicamente según el eje de la canalización 1 (figura 6) o únicamente de manera perpendicular con respecto a éste (figura 7).

Según otra forma de realización, representada en la figura 8, algunos de los elementos de codificación presentan una forma diferente, por ejemplo circular 7 o poligonal 8.

Como aparece en la figura 9, los elementos de codificación pueden estar realizados en varios materiales magnéticos diferentes.

La ventaja de dicho dispositivo reside en que emitiendo una señal más o menos intensa, se puede llegar a saturar de manera selectiva cada grupo de elementos de codificación que poseen las mismas propiedades magnéticas.

De esta manera, aumentan las posibilidades de informaciones que pueden estar contenidas en dicho código.

Suponiendo por ejemplo que el código se compone de tres grupos 9, 10, 11 de elementos de codificación, estando cada uno realizado en un material diferente de manera que cada grupo tiene una inducción de saturación diferente, respectivamente B1, B2 y B3, siendo B1 > B2 > B3.

En este caso, según la intensidad del campo magnético, es posible saturar los dos primeros grupos 9, 10, sin saturar el tercero 11.

La respuesta estará entonces constituida únicamente por los armónicos de los dos primeros grupos 9, 10.

Como se ha representado en la figura 10, otra variante consiste en proporcionar un código compuesto por elementos de codificación 3 realizados en un mismo material magnético, estando algunos de los elementos recubiertos por una banda de material conductor 12. Estas bandas 12 están realizadas por ejemplo en cobre y son de un espesor de 20 micrones. Éstas están además aisladas eléctricamente del material magnético.

La figura 11 representa unos códigos 14 compuestos por elementos de codificación 3 y separados por ejemplo 10 metros. Estos códigos están conectados por unas bandas o hilos intermedios 15 realizados en material magnético.

Estas bandas o hilos 15 permiten seguir la canalización hasta el código correspondiente.

Según una variante suplementaria representada en la figura 12, unos imanes permanentes 16, particularmente fáciles de identificar, pueden estar dispuestos al inicio del código con el fin de identificar si es necesario el inicio y/o la orientación de la canalización enterrada 1.

Tal como resulta evidente, la invención no se limita solamente a las formas de realización de este sistema descritas más arriba a título de ejemplo, sino que abarca por el contrario todas las variantes. Así en particular, este dispositivo podría servir asimismo para la detección y para la localización de puntos singulares, tales como ramificaciones de canalización.

REIVINDICACIONES

1. Sistema de detección, adaptado para la identificación y para el seguimiento de canalizaciones enterradas o de otros cuerpos enterrados en el suelo o embebidos en unas obras de ingeniería civil, que comprende:

- un dispositivo de codificación, aplicado o integrado en los objetos (1) o colocado a una distancia predeterminada de los objetos (1), que se presenta en forma de una sucesión de elementos de codificación (3) de pequeño espesor, que forman cada uno una superficie de dimensión predeterminada, estando estos elementos separados unos de los otros, y permitiendo su disposición definir un código,

- un dispositivo de codificación que comprende por lo menos una bobina de emisión (5), por lo menos una bobina de recepción (6), y

- un dispositivo de tratamiento de las señales procedentes de las diferentes bobinas (5, 6),

caracterizado porque por lo menos algunos de los elementos de codificación (3) están realizados en material magnético, estando el dispositivo de detección dispuesto para saturar o modificar el punto de funcionamiento de los elementos de codificación (3) en su ciclo de funcionamiento, que emiten entonces una señal rica en frecuencias, compuesta por una onda de frecuencia fundamental así como por ondas de frecuencia múltiplo del valor de la frecuencia fundamental, denominadas armónicos, recoger y tratar la señal procedente de estos elementos (3), y reconstituir la codificación del objeto (1).

2. Sistema según la reivindicación 1, caracterizado porque los elementos de codificación (3) presentan una permeabilidad inferior a 200000, una inducción de saturación inferior a 2 Teslas y un campo coercitivo inferior a 1 A/m.

3. Sistema según una de las reivindicaciones 1 y 2, caracterizado porque los elementos de codificación (3) están realizados en aleación ferromagnética del tipo nanocristalino.

4. Sistema según la reivindicación 3, caracterizado porque la aleación es de composición tipo ($Fe_{74,5}Si_{13,5}B9Nb_3,Cu_x$), fabricada por temple rápido sobre una rueda giratoria a gran velocidad, o también unas aleaciones del tipo FeZrBCu.

5. Sistema según una de las reivindicaciones 1 y 2, caracterizado porque los elementos de codificación (3) están realizados en aleación de tipo hierro-níquel o hierro-cobalto, en aleación magnética amorfa a base de hierro o de cobalto, en aleación de tipo hierro-silicio o en acero.

6. Sistema según una de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado porque los elementos de codificación (3) están recubiertos con la ayuda de películas, por ejemplo de tereftalato de polietileno (PET), en polietileno (PE) o en poliamida.

7. Sistema según una de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado porque los elementos de codificación (3) comprenden varias capas de materiales magnéticos diferentes.

8. Sistema según una de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado porque los elementos de codificación (3) comprenden por lo menos una capa de material magnético y por lo menos una capa de material conductor.

9. Sistema según una de las reivindicaciones 1 a 8, caracterizado porque los elementos de codificación (3), destinados a equipar un cuerpo longitudinal (1) de tipo canalización, se presentan en forma de etiquetas alargadas, estando los elementos de codificación (3) separados unos con respecto a los otros según el eje del cuerpo (1) y orientados según este eje y/o forman un ángulo con éste.

10. Sistema según una de las reivindicaciones 1 a 9, caracterizado porque los elementos de codificación (3) presentan diferentes formas y/o diferentes dimensiones.

11. Sistema según la reivindicación 10, caracterizado porque los elementos de codificación (3) comprenden por lo menos una banda o hilo magnético (15).

12. Sistema según una de las reivindicaciones 1 a 11, caracterizado porque los elementos de codificación (3) comprenden por lo menos una capa de pintura a base de ferritas y/o de polvo de aleación nanocristalinos.

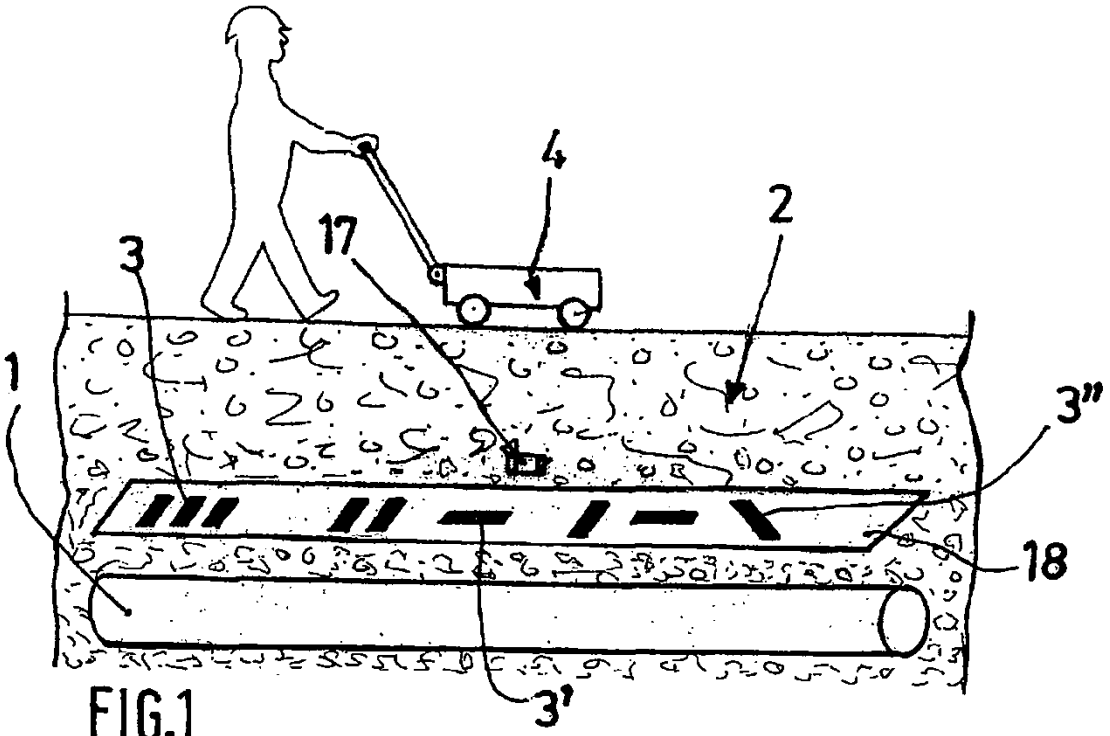

FIG.1

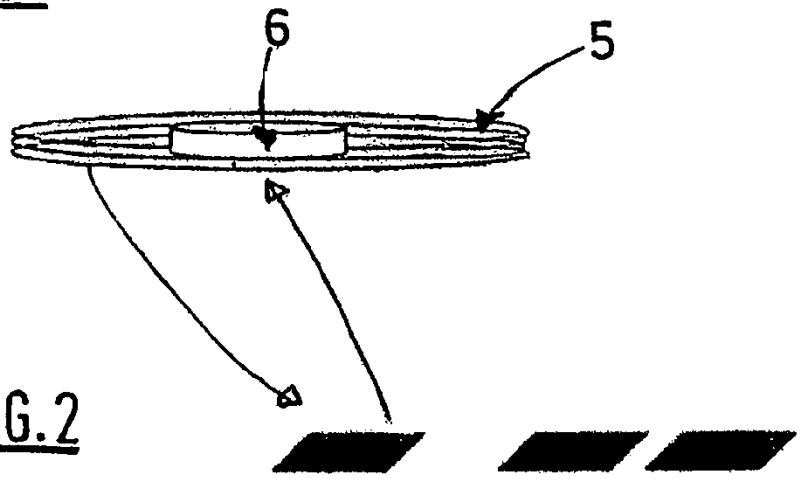

FIG.2

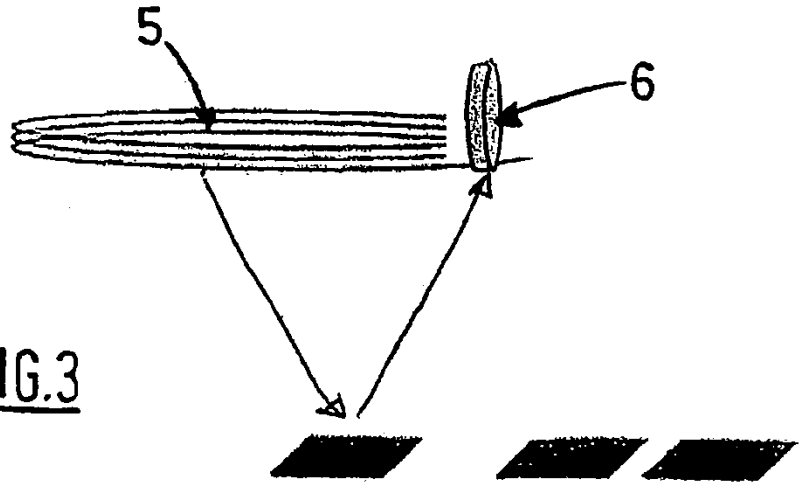

FIG.3

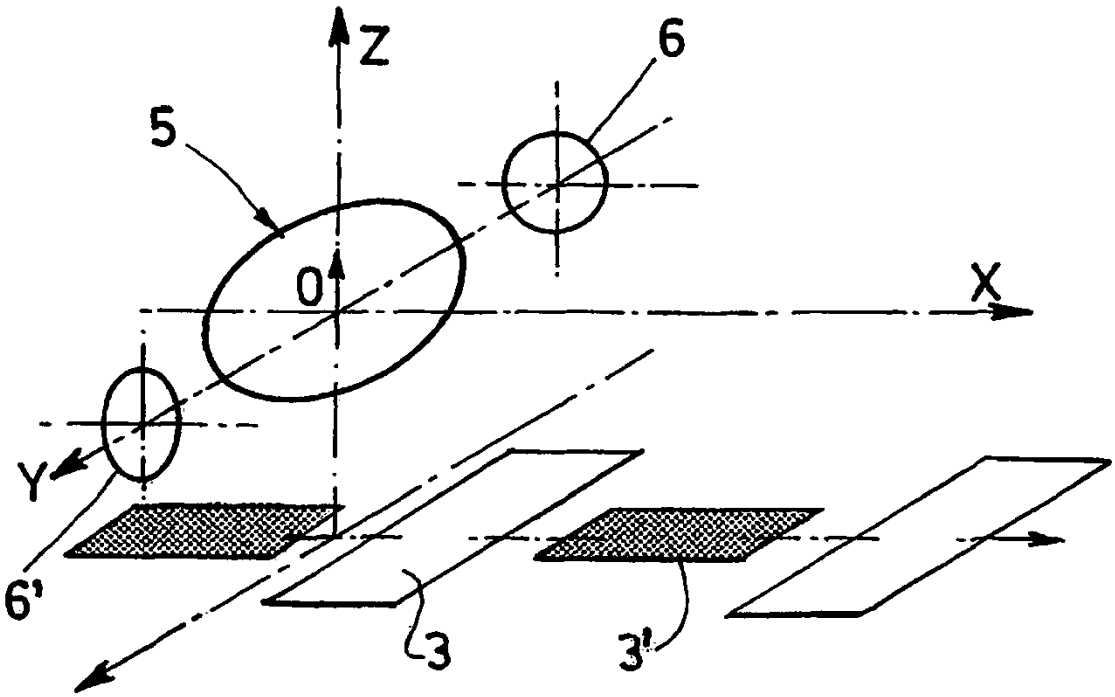

FIG.4

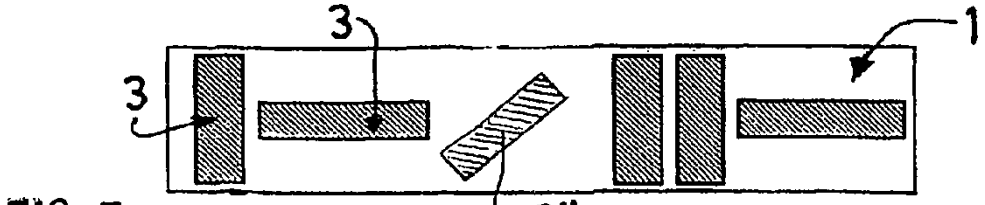

FIG. 5

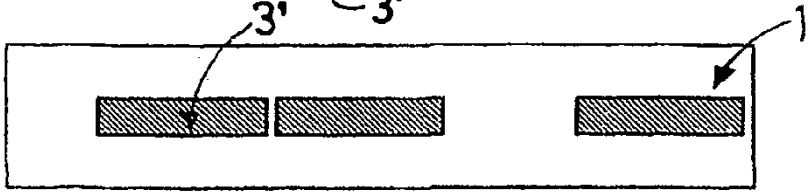

FIG.6

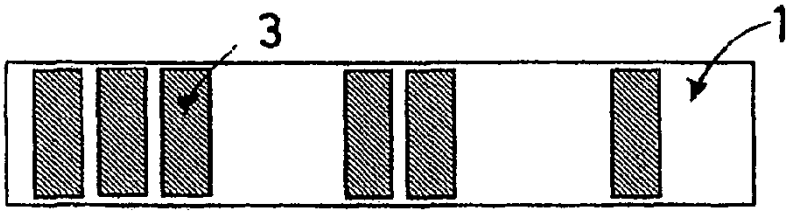

FIG. 7

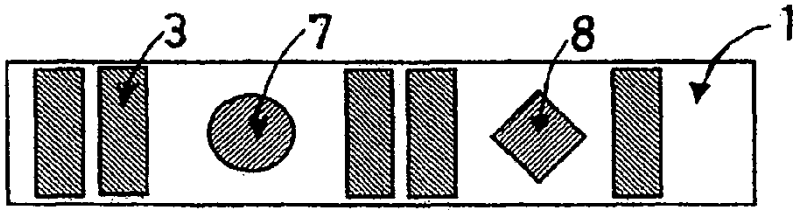

FIG.8

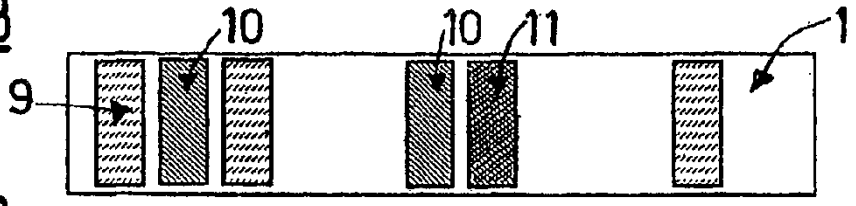

FIG.9

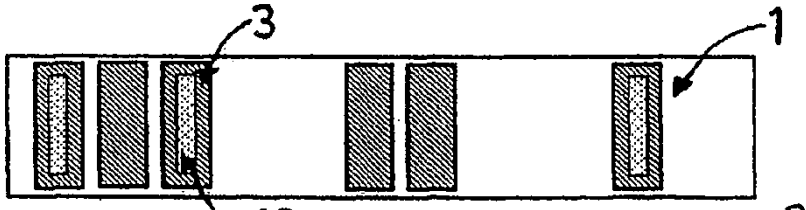

FIG.10

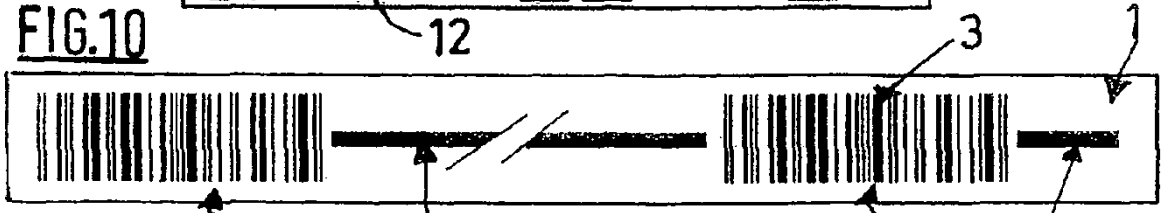

FIG.11

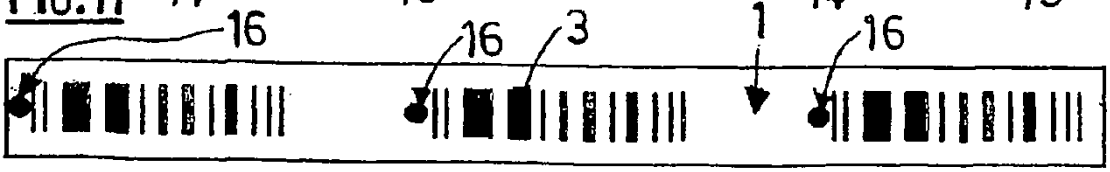

FIG.12