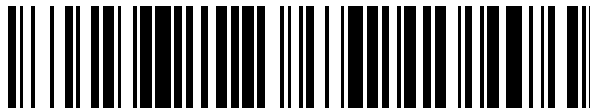


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 378 363**

51 Int. Cl.:
G01V 1/047 (2006.01)
G01V 1/053 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **03798219 .6**
96 Fecha de presentación: **24.09.2003**
97 Número de publicación de la solicitud: **1546762**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **29.06.2005**

54 Título: **Dispositivo de emisión sísmica en una formación subterránea y método para su implementación**

30 Prioridad:
26.09.2002 FR 0211945

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
11.04.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
11.04.2012

73 Titular/es:
**INSTITUT FRANÇAIS DU PÉTROLE
1 & 4 AVENUE DE BOIS-PRÉAU
92852 RUEIL MALMAISON, CÉDEX, FR;
GDF SUEZ y
CGGVERITAS SERVICES SA**

72 Inventor/es:
**MEYNIER, Patrick;
HUGUET, Frédéric y
MEUNIER, Julien**

74 Agente/Representante:
Ungría López, Javier

ES 2 378 363 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

Dispositivo de emisión sísmica en una formación subterránea y método para su implementación

5 La presente invención se refiere a un dispositivo de emisión sísmica en una formación subterránea y a un método para su implementación.

10 Dicho dispositivo de emisión puede aplicarse particularmente en el marco de operaciones sísmicas en las que se forman imágenes sísmicas de una formación subterránea a explorar a partir de ondas elásticas captadas por receptores sísmicos apropiados, siendo estas ondas reenviadas por las discontinuidades del subsuelo en respuesta a ondas emitidas por una fuente tal como un vibrador electromecánico.

15 El sistema de acuerdo con la invención es, más particularmente, útil en el marco de operaciones de vigilancia a largo plazo de un yacimiento subterráneo en curso de explotación, (un depósito de almacenamiento de fluidos por ejemplo o un yacimiento petrolífero) llamados de sísmica repetitiva, en las que se comparan imágenes sísmicas del subsuelo obtenidas a intervalos regulares para detectar las modificaciones que hayan podido producirse en él debidas a la explotación. Se trata de operaciones de larga duración, ya que las variaciones a observar son relativamente lentas.

20 Estado de la técnica

25 El reconocimiento sísmico de un yacimiento subterráneo se realiza de forma general acoplando con el subsuelo fuentes sísmicas y receptores, según diferentes combinaciones en las que las fuentes y/o los receptores se disponen en la superficie o en sus proximidades o en uno o más pozos a través de la formación explorada. Se realizan series de ciclos de emisión-recepción sísmica cambiando cada vez el emplazamiento de la fuente sísmica con respecto al eje del pozo en el que se instalan el conjunto de receptores, según una técnica llamada "walk-away" (de desplazamiento lineal), y registrando las llegadas a los receptores R1 a Rn en función del tiempo de propagación t.

30 Las fuentes sísmicas utilizadas son generalmente vibradores electromecánicos: electrohidráulicos, piezoeléctricos, etc. Vibradores de tipo piezoeléctrico se describen, por ejemplo, en la patente US 5 360 951.

35 La vigilancia de la evolución de los yacimientos requiere generalmente operaciones sísmicas de vigilancia espaciadas en el tiempo. En la práctica, es preciso reinstalar el equipo sísmico de superficie con cada nueva sesión de registro sísmico y, preferiblemente, reproducir las condiciones de emisión de las operaciones sísmicas anteriores.

40 Un método conocido de vigilancia de un yacimiento de hidrocarburos o de un depósito subterráneo de fluido comprende la utilización de un sistema de vigilancia que comprende antenas de recepción formadas mediante interconexión de receptores sísmicos, instalados de forma fija respectivamente en agujeros de poca profundidad, con medios de conexión a los que pueden conectarse cables de conexión a un laboratorio sísmico, y un camión vibrador que se desplace sobre el terreno.

45 La utilización de una fuente móvil tal como un vibrador presenta inconvenientes, sobre todo en el marco de una vigilancia periódica de un depósito de almacenamiento subterráneo. Con una fuente desplazable, no se puede asegurar una reproductibilidad suficiente en el tiempo y en el espacio de las ondas sísmicas emitidas. Es muy difícil posicionar la fuente exactamente en los mismos lugares que los que ocupaba durante los ciclos anteriores de emisión-recepción anteriores y, en la hipótesis en la que este lugar fuera exactamente el mismo, conseguir que su coeficiente de acoplamiento con el suelo sea allí completamente el mismo.

50 A través de la patente EPO 748 457, se conoce también un método y un dispositivo de vigilancia sísmica permanente de una formación subterránea. En el marco de operaciones de vigilancia regular a largo plazo de una zona subterránea, se instala un dispositivo de emisión-recepción sísmica con puesto fijo en el sitio de explotación, para encontrar, de una vez a otra, condiciones operatorias estables: emplazamientos idénticos de emisión-recepción, calidad de acoplamiento idéntica con el terreno etc. El dispositivo comprende una pluralidad de fuentes sísmicas (por ejemplo, vibradores electromecánicos) con emplazamientos fijos en superficie o bien enterrados a poca profundidad, que se alimentan y se activan mediante una estación central de control y de registro. Las fuentes sísmicas y la red de conexión pueden estar enterradas o bien también instaladas de forma permanente en superficie, y asociada a al menos un conjunto de receptores que está acoplado de forma permanente al suelo en superficie o bien con la pared de al menos un pozo que atraviesa la zona subterránea. Gracias a este conjunto de fuentes con puesto fijo cuyo acoplamiento con el terreno circundante sigue siendo estable, y a esta red de alimentación al menos en parte enterrada cuya zona de influencia en superficie es reducida, pueden realizarse toda una serie de operaciones sísmicas de vigilancia en condiciones operatorias estables, sin riesgo de incompatibilidad con las actividades de los trabajos de explotación.

65 A través de la patente EP 07 48 457, se conoce otro dispositivo de vigilancia sísmica permanente de una formación subterránea por medio de uno o más conjuntos de emisión-recepción sísmica que comprenden, cada uno, una fuente tal como un vibrador y una antena receptora formada por una pluralidad de receptores de ondas elásticas

tales como geófonos y/o hidrófonos introducidos en un pozo y acoplados con la formación. La fuente sísmica puede disponerse en la superficie sobre un bloque de hormigón unido al suelo. Preferiblemente, se la fija a una losa en una cavidad vecina a los pozos o formada mediante ensanchamiento de la sección del pozo en su parte superior para reducir las perturbaciones debidas a las variaciones hidrométricas del suelo. Los receptores y la fuente están unidos a una estación externa de control y de adquisición de señales. Las operaciones de colocación de estos conjuntos son relativamente sencillas y la zona de influencia en el suelo de los diferentes pozos es reducida, lo que facilita su integración en los trabajos de explotación de los yacimientos.

Gracias a este conjunto de fuentes con puesto fijo fácilmente integrables en los trabajos de explotación de yacimientos o de almacenamiento de fluidos y cuya calidad de acoplamiento con el terreno circundante es conocida y estable, pueden realizarse toda una serie de operaciones sísmicas de vigilancia en condiciones operatorias similares. Los juegos de líneas sísmicas pueden compararse de forma útil y sus diferencias son muy significativas de los cambios producidos en las formaciones.

La patente WO 02/50572 desvela un dispositivo de emisión de ondas de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1.

Los vibradores mencionados anteriormente están acoplados con el terreno mediante una superficie limitada, lo que presenta notables inconvenientes. El diagrama de radiación favorece, en efecto, la formación de ondas de superficie y de tipo S que se propagan en horizontal, que perturban los registros y complican su tratamiento. Además, su rendimiento en ondas de compresión es relativamente reducido y, como su profundidad de enterramiento es relativamente reducida, con éstas no es posible librarse completamente de las variaciones de las características petroelásticas de la zona alterada debidas a las condiciones meteorológicas.

Dispositivo y método de acuerdo con la invención

El dispositivo de acuerdo con la invención, de acuerdo con la reivindicación 1, está adaptado para emitir ondas en una formación subterránea.

Cada vibrador puede comprender barras de anclaje asociadas a al menos uno de los pabellones para incrementar el acoplamiento del vibrador con la masa de material de acoplamiento.

De acuerdo con una realización, cada pabellón comprende al menos dos placas dispuestas una a distancia de la otra y unidas por las barras de anclaje.

Preferiblemente, la superficie externa de cada placa y la de las barras de anclaje están provistas de desigualdades de relieve (superficie acanalada) para incrementar la superficie de acoplamiento del dispositivo con el material de acoplamiento.

Los pabellones pueden estar perforados para facilitar la penetración del material de acoplamiento en el espacio comprendido entre los pabellones.

Puede utilizarse, por ejemplo, un solo material de revestimiento que está distribuido para asegurar el acoplamiento con la formación, al menos a nivel de los extremos opuestos del vibrador. También pueden utilizarse al menos dos materiales de acoplamiento diferentes, estando un primer material distribuido según dos masas distintas para asegurar el acoplamiento del vibrador con la formación, a nivel de sus extremos opuestos, y estando un segundo material intercalado entre las dos masas.

Con sus pabellones estrechamente en contacto con el material de acoplamiento a la formación, el rendimiento energético del vibrador mejora y la emisión de las ondas S resulta muy atenuada por el movimiento en sentido opuesto de las dos placas.

De acuerdo con una realización preferida, el dispositivo comprende varios vibradores conectados a un generador de señales, estando estos vibradores dispuestos a intervalos unos de otros a lo largo de un pozo y sumergidos todos en al menos un material de acoplamiento. Una caja de control puede estar intercalada entre los vibradores y el generador de señales, lo que permite activarlos sucesivamente, para obtener una emisión orientada principalmente de acuerdo con un diagrama definido.

Para permitir esta activación secuencial de los vibradores, el dispositivo comprende, por ejemplo, un receptor sísmico acoplado con las formaciones que rodean al pozo a una profundidad determinada, que está conectado con un conjunto de adquisición y de tratamiento, adaptado para controlar de forma secuencial a los vibradores.

El dispositivo también puede comprender receptores sísmicos asociados a los diferentes vibradores (estos se fijan, por ejemplo, a soportes unidos a las barras de anclaje) y conectados al conjunto de adquisición y de tratamiento que está adaptado para determinar los tiempos de desplazamiento de las ondas entre los emplazamientos de los diferentes vibradores y para controlarlos de forma secuencial.

Los elementos motores pueden ser de cualquier tipo: electromecánico, electromagnético, hidráulico, etc. De acuerdo con una realización preferida, cada vibrador comprende un pilar de elementos sensibles (constituido, por ejemplo, por elementos sensibles piezoeléctricos o magnetorrestrictivos) envuelto en una funda de protección, estando el material de acoplamiento en contacto con la funda de protección y con las dos placas terminales en una parte al menos de cada una de sus caras respectivas. El espacio entre la funda y el pilar de elementos sensibles puede estar

5 lleno de un líquido tal como aceite.

El método de acuerdo con la invención, de acuerdo con la reivindicación 18, permite generar en una formación subterránea señales vibratorias de acuerdo con un diagrama de emisión orientado.

10 El control secuencial de los vibradores comprende, por ejemplo, la aplicación a los vibradores de señales de control de frecuencia fija f cuya fase Φ_i está vinculada a la frecuencia f y al desfase temporal mediante la relación $\Phi_i = 2\pi \cdot f \cdot t_i$.

15 También es posible controlar de forma secuencial los vibradores aplicándoles señales de control de frecuencias fijas distintas unas de otras para permitir su separación.

De acuerdo con una realización, el método comprende el acoplamiento con la formación que rodea al pozo de un receptor sísmico y la determinación de antemano de los tiempos de desplazamiento de las ondas respectivamente entre cada vibrador y dicho receptor.

20 De acuerdo con otra realización, el método comprende la adición a los vibradores, de receptores conectados a un conjunto de adquisición y de tratamiento de señales y la activación secuencial de los diferentes vibradores con desfases entre los momentos respectivos de activación calculados por dicho conjunto correlacionado las señales producidas por los diferentes receptores.

25 **Breve presentación de las figuras**

Las características y ventajas del dispositivo y del método de acuerdo con la invención quedarán más claras con la lectura de la descripción a continuación de un ejemplo no limitante de realización, remitiéndonos a los dibujos adjuntos, en los que:

30 la figura 1 muestra esquemáticamente un vibrador enterrado en el material de acoplamiento tal como cemento o análogo;

35 - la figura 1a muestra una placa terminal de cada vibrador con las barras de anclaje distribuidas por su perímetro;

40 - la figura 2a muestra esquemáticamente un modo de acoplamiento de cada vibrador, en el que los pabellones del extremo se acoplan por separado al terreno circundante mediante un mismo material de acoplamiento;

- las figuras 2b y 2c muestran respectivamente cavidades realizadas en los pozos a nivel de cada pabellón, y un modo particular que permite crear cada una de estas cavidades;

45 - la figura 3 muestra esquemáticamente una disposición de varios vibradores enterrados a diferentes profundidades de un pozo, conectados a un sistema de control en superficie, que permite su control secuencial con desfases temporales que tienen en cuenta la velocidad real de las ondas en las formaciones que rodean al pozo;

50 - la figura 4 muestra esquemáticamente un vibrador con un geófono asociado, que permite otro modo de control secuencia de vibradores en un pozo; y

- la figura 5 muestra esquemáticamente una realización del dispositivo en el que cada pabellón comprende dos placas dispuestas de forma paralela.

55 **Descripción detallada**

El dispositivo de acuerdo con la invención comprende al menos un (y preferiblemente varios) vibradores V. Los vibradores pueden ser de cualquier tipo: electromecánicos, electromagnéticos, hidráulicos, etc.

60 En la siguiente descripción, se considerará como ejemplo, el caso de vibradores que comprenden al menos un pilar de elementos sensibles (piezoeléctricos o magnetorrestrictivos) 1 asociado de forma rígida en cada uno de sus extremos opuestos a un pabellón 2, 3 o placa. El pilar de elementos sensibles está centrado con respecto a los pabellones 2, 3 y recubierto por una membrana deformable 4. Un cable de conexión 5 une el pilar 1 a un generador 6 de señales de control.

65

El vibrador V está colocado en una cavidad o pozo W y un material de acoplamiento 7 tal como, por ejemplo, cemento u hormigón, se inyecta en el pozo de forma que esté en contacto íntimo con el pilar 1 en toda su longitud y también con las caras opuestas de cada uno de los pabellones 2, 3. Para permitir que el material de acoplamiento 7 se distribuya de manera muy homogénea en el interior del espacio entre los pabellones, estos pueden estar provistos de perforaciones 8. El diámetro de los pabellones 2, 3 debe corresponder prácticamente al diámetro de la cavidad o del pozo W para obtener una superficie máxima de acoplamiento.

Para mejorar aún más el acoplamiento y distribuir las tensiones en un volumen importante del material de acoplamiento 7, varillas de anclaje 9 de longitud apropiada pueden fijarse a la periferia de los pabellones 2, 3.

De acuerdo con la realización de la figura 5, cada pabellón 2, 3 comprende como se representa, al menos dos placas 2a, 2b dispuestas paralelamente unidas entre sí por varillas de anclaje 9. Para mejorar el acoplamiento con el material de acoplamiento 7, la superficie externa de cada placa 2a, 2b y también de las varillas de acoplamiento 9 está preferiblemente provista de desigualdades de relieve, tales como acanaladuras. El espacio entre la membrana tubular deformable 4 y el pilar de elementos sensibles 1 puede estar lleno, como se representa, de un líquido L tal como aceite.

El cemento utilizado para el acoplamiento debe secarse sin contraerse para garantizar un buen acoplamiento.

En lugar de sumergir el vibrador totalmente en un mismo volumen 7 de material de acoplamiento, también es posible, como se ilustra en la figura 2a, acoplar cada uno de los pabellones por separado con el terreno circundante, por medio de dos volúmenes 7a, 7b de este mismo material. Para aislar entre sí a los dos volúmenes 7a, 7b, se vierte entre ellos otro material 10. Puede utilizarse, por ejemplo, bentonita o análogo que tiene la propiedad de hincharse una vez humedecido y, de este modo, puede llenar el espacio intermedio. Esta solución es útil, por ejemplo, cuando el material de acoplamiento tiene propiedades mecánicas diferentes de las del de encajonamiento (terreno circundante).

De acuerdo con una variante de realización, el acoplamiento del vibrador con las formaciones puede mejorar si se dispone una cámara hueca 11 en la pared del pozo a nivel de cada pabellón como se indica en la figura 2b. Para crear dicho ahuecamiento, pueden utilizarse, por ejemplo, herramientas de perforación apropiadas o también sustancias explosivas. Una solución consiste, por ejemplo (figura 2c), en hacer bajar en el pozo hasta el lugar previsto de enterramiento del vibrador, una varilla 12 que porta dos rollos 13 de cordel detonante suficientemente separados entre sí, que se hacen detonar.

De acuerdo con la realización de la figura 3, el dispositivo comprende varios vibradores V1, V2,..., Vn análogos al de la figura 1 ó 5, que se colocan a intervalos unos de otros a lo largo de un pozo W. Los vibradores están también sumergidos en uno o más material o materiales de acoplamiento 7, 10 (figura 1 o figura 2a).

Con dicha disposición, conectando los diferentes vibradores V1 a Vn al generador 6 por medio de una caja de control 14 y accionándolos de forma secuencial con desfases temporales seleccionados entre ellos, puede obtenerse un efecto de directividad.

De este modo, se amplifican las señales vibratorias emitidas más bien hacia abajo en detrimento de las que se propagan en otras direcciones. Debido a esto, se reduce particularmente la amplitud del primer múltiplo reflejado por la superficie de la formación, que presenta una inestabilidad perjudicial para la repetibilidad de la señal.

Para determinar los momentos de activación, se procede por ejemplo de la siguiente manera.

Se utiliza un receptor sísmico R (hidrófono, geófono o preferiblemente una combinación de estos dos sensores) dispuesto preferiblemente prácticamente en la vertical del pozo que contiene los vibradores o bien a una distancia horizontal suficientemente reducida para que los tiempos de desplazamiento entre cada vibrador y este receptor R no difieran prácticamente del tiempo de desplazamiento vertical. El receptor puede estar posicionado en el pozo que contiene los vibradores y está unido a un conjunto de adquisición y de tratamiento 15 dispuesto por ejemplo en superficie. Si varios receptores están posicionados a lo largo del pozo bajo los vibradores, se seleccionará por ejemplo el más profundo de ellos. También puede utilizarse un receptor en superficie. Se mide de antemano el tiempo de desplazamiento \mathcal{G}_i de las ondas entre cada vibrador V_i y este receptor R. Los desfases temporales t_i ($i=1$ a n) a aplicar a los diferentes vibradores V_i se deducen de estos tiempos de desplazamiento mediante la relación:

$$t_i = K + \varepsilon \cdot \mathcal{G}_i$$

donde K es una constante y ε es igual a +1 ó -1 según que el receptor R esté situado por encima o por debajo del conjunto de los vibradores. El conjunto 15 controla la aplicación de estos desfases temporales a los vibradores, por medio de la caja de control 14.

En el marco de una utilización en la que los vibradores emiten cada uno una mono-frecuencia como se describe en la patente EP 1173781 de los solicitantes, el desfase aparecerá en forma de un desfase por frecuencia unido al

desfase en tiempo anterior mediante la relación: $\phi_i = 2\pi f t_i$.

- De acuerdo con la realización de la figura 4, también es posible controlar la activación secuencial de los vibradores colocados en el pozo, asociando a cada uno de ellos, un receptor sísmico tal como un geófono G1. Cada geófono está, por ejemplo, fijado a un soporte 16 dispuesto entre dos barras de anclaje 9. Los geófonos están conectados respectivamente al conjunto de adquisición y de tratamiento 15 externo al pozo. Para ajustar en tiempo real el retardo en la activación de un vibrador V_i cualquiera con respecto al primero de la serie, se mide el tiempo efectivo de recorrido de las ondas entre ellos mediante cualquier método de medición de desfase entre señales, particularmente realizando una intercorrelación entre las señales suministradas respectivamente por los geófonos en el ámbito temporal o en el ámbito de las frecuencias y se activa el vibrador V_i teniendo en cuenta este tiempo de recorrido efectivo. Esta medición del desfase temporal puede realizarse mediante intercorrelación. Los desfases calculados por el conjunto de tratamiento 15 son transmitidos a la caja de control 14 que retarda de forma consecutiva los diferentes vibradores con respecto al primero de ellos.
- 15 Se han descrito vibradores que comprenden un solo pilar central 1. Sin embargo, no se saldría del marco de la invención intercalando varios pilares de elementos sensibles piezoeléctricos entre los dos pabellones 2, 3.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Dispositivo de emisión de ondas en una formación subterránea, que comprende al menos un vibrador que comprende dos pabellones (2, 3) y posicionado en un pozo o cavidad (w), al menos un elemento motor (1) adaptado para generar vibraciones y para comunicarlas a dichos pabellones y un generador (6) para aplicar señales de control periódicas al elemento motor, y al menos un material sólido (7, 10) **caracterizado por que** el vibrador está sumergido en dicho material sólido (7, 10) que asegura su acoplamiento con la formación subterránea, estando este material en contacto con los dos pabellones (2, 3) en una parte al menos de cada una de sus respectivas caras.
- 10 2. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por que** comprende barras de anclaje (9) asociadas a al menos un pabellón (2, 3), para incrementar el acoplamiento del vibrador con la masa (7, 10) de material de acoplamiento.
- 15 3. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por que** cada pabellón comprende al menos dos placas (2a, 2b) dispuestas a distancia entre sí y conectadas por barras de anclaje (9).
- 20 4. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 2 ó 3, **caracterizado por que** la superficie externa de cada pabellón está provista de desigualdades de relieve tales como acanaladuras para incrementar la superficie de acoplamiento del dispositivo con el material de acoplamiento (7, 10).
- 25 5. Dispositivo de acuerdo con una de las reivindicaciones 2 a 4, **caracterizado por que** las barras de anclaje están provistas de desigualdades de relieve para incrementar la superficie de acoplamiento del dispositivo con el material de acoplamiento (7, 10).
- 30 6. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1 ó 2, **caracterizado por que** los pabellones (2, 3) están perforados para facilitar la penetración del material de acoplamiento en el espacio comprendido entre las dos placas terminales (2, 3).
- 35 7. Dispositivo de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** comprende un solo material sólido de acoplamiento que se distribuye para asegurar el acoplamiento del vibrador con la formación, al menos a nivel de sus extremos opuestos.
- 40 8. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 7, **caracterizado por que** comprende al menos dos materiales de acoplamiento, un premier material (7a, 7b) distribuido según dos masas distintas para asegurar el acoplamiento del vibrador con la formación, a nivel de sus extremos opuestos, estando un segundo material (10) intercalado entre las dos masas.
- 45 9. Dispositivo de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** comprende varios vibradores (V1,... Vn) conectados a un generador de señales (6), estando estos vibradores dispuestos a intervalos unos de otros a lo largo de un pozo (W) y todos sumergidos en al menos un material de acoplamiento (7, 10).
- 50 10. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 9, **caracterizado por que** comprende una caja de control (14) intercalada entre los vibradores (V1,... Vn) y el generador de señales (6) que permite activarlos sucesivamente.
- 55 11. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 9 ó 10, **caracterizado por que** comprende un receptor sísmico (R) acoplado con las formaciones que rodean al pozo a una profundidad determinada y conectado con un conjunto de adquisición y de tratamiento (15), adaptado para controlar de forma secuencial los vibradores para obtener una emisión orientada principalmente de acuerdo con un diagrama definido.
- 60 12. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 9 ó 10, **caracterizado por que** comprende receptores sísmicos (G1) asociados a los diferentes vibradores (V1) y conectados a un conjunto de adquisición y de tratamiento (15) adaptado para determinar los tiempos de desplazamiento de las ondas entre los emplazamientos de los diferentes vibradores y para controlarlos de forma secuencial para obtener una emisión orientada principalmente de acuerdo con un diagrama definido.
- 65 13. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 2 y 12, **caracterizado por que** los receptores (G1) están fijados a soportes (16) unidos a barras de anclaje (9).
14. Dispositivo de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** cada vibrador comprende un pilar (1) de elementos sensibles envuelto en una funda de protección (4) estando dicho material de acoplamiento en contacto con la funda de protección (4) y con los dos pabellones (2, 3) en una parte al menos de cada una de sus caras respectivas.
15. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 14, **caracterizado por que** el espacio entre la funda y el pilar de elementos sensibles se llena con un líquido tal como aceite.

16. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 14, **caracterizado por que** el pilar (1) está constituido por elementos sensibles piezoeléctricos o magnetorrestrictivos.
- 5 17. Dispositivo de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 13, **caracterizado por que** cada elemento motor es de tipo electromecánico, electromagnético o hidráulico.
18. Método para generar, en una formación subterránea, señales vibratorias de acuerdo con un diagrama de emisión orientado, **caracterizado por que** comprende:
- 10 - la instalación en un mismo pozo (W) de varios vibradores (V1,..., Vn) que comprenden cada uno dos pabellones (2, 3), al menos un elemento motor (1) adaptado para generar vibraciones y para comunicarlas a dichos pabellones y un generador (6) para aplicar señales de control periódicas al elemento motor, estando cada vibrador posicionado en un pozo o cavidad (W) y sumergido en al menos un material sólido (7, 10) que asegura su acoplamiento con la formación subterránea, estando este material en contacto con
- 15 - el control secuencial de los diferentes vibradores (V1,..., Vn), por medio de un caja de control (10) con desfases entre los momentos respectivos de activación que dependen de los intervalos entre los emplazamientos de los vibradores y de la velocidad de propagación de las ondas en las formaciones que rodean al pozo, para obtener una emisión directiva.
- 20 19. Método de acuerdo con la reivindicación 18, **caracterizado por que** el control secuencial de los vibradores comprende la aplicación a los vibradores de señales de control de frecuencia fija f cuya fase ϕ_i se relaciona con dicha frecuencia f y con dicho desfase temporal mediante la relación $\phi_i = 2\pi \cdot f \cdot t_i$.
- 25 20. Método de acuerdo con la reivindicación 18, **caracterizado por que** el control secuencial de los vibradores comprende la aplicación a los diferentes vibradores de señales de control de frecuencias fijas distintas entre sí, para permitir su separación.
- 30 21. Método de acuerdo con una de las reivindicaciones 18 a 20, **caracterizado por que** comprende el acoplamiento con la formación que rodea al pozo de un receptor sísmico (R) y la determinación de antemano de los tiempos de desplazamiento de las ondas respectivamente entre cada vibrador y dicho receptor (R).
- 35 22. Método de acuerdo con una de las reivindicaciones 18 a 20, **caracterizado por que** comprende la adición a los vibradores, de receptores (R, G1) conectados a un conjunto (15) de adquisición y de tratamiento de señales y la activación secuencial de los diferentes vibradores con desfases entre los momentos respectivos de activación calculados por dicho conjunto (15), calculando el desfase entre las señales producidas por los diferentes receptores.

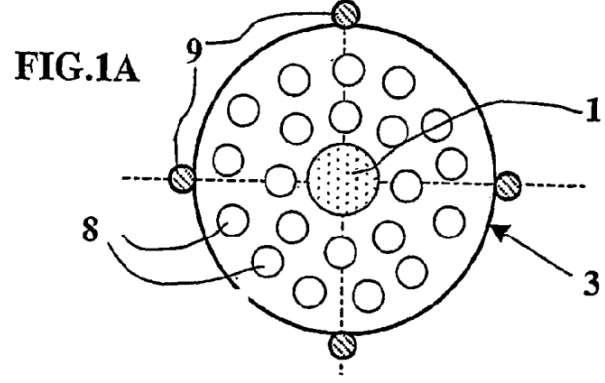
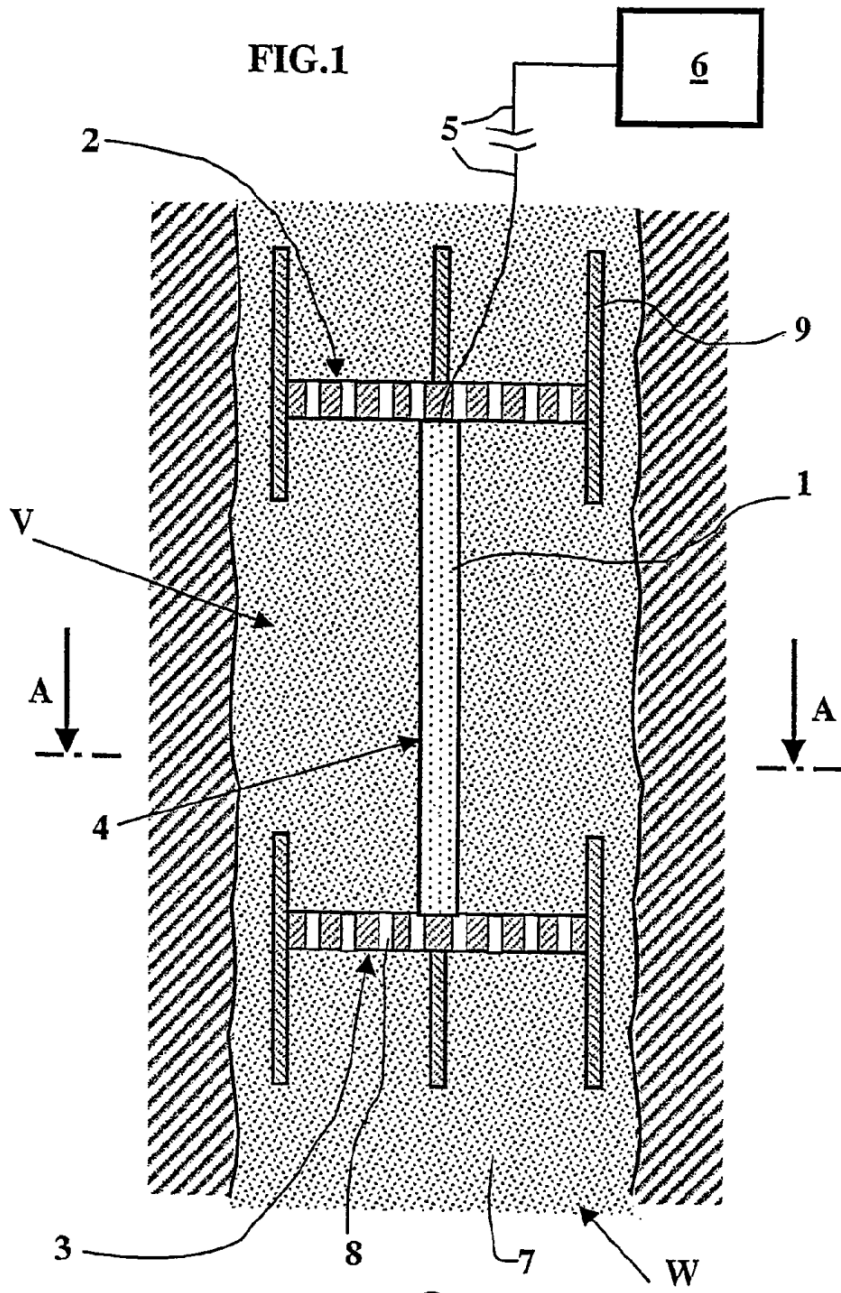


FIG.2B

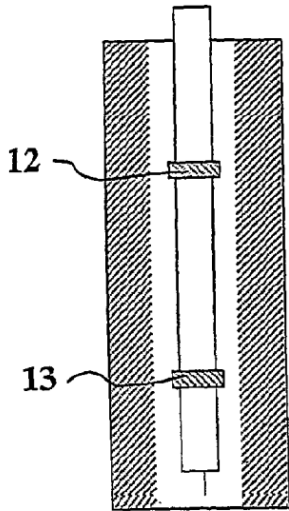


FIG.2C

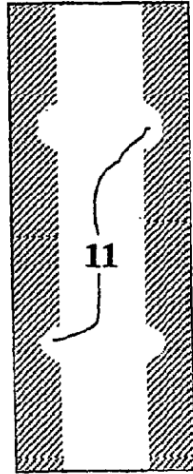


FIG.2A

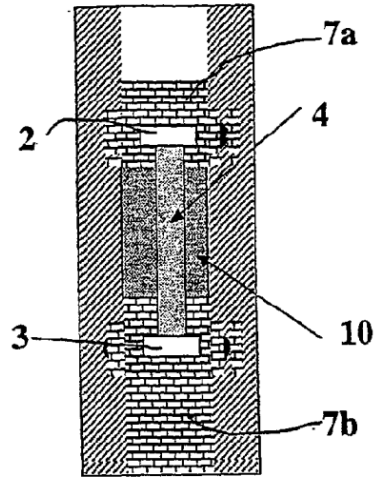


FIG.4

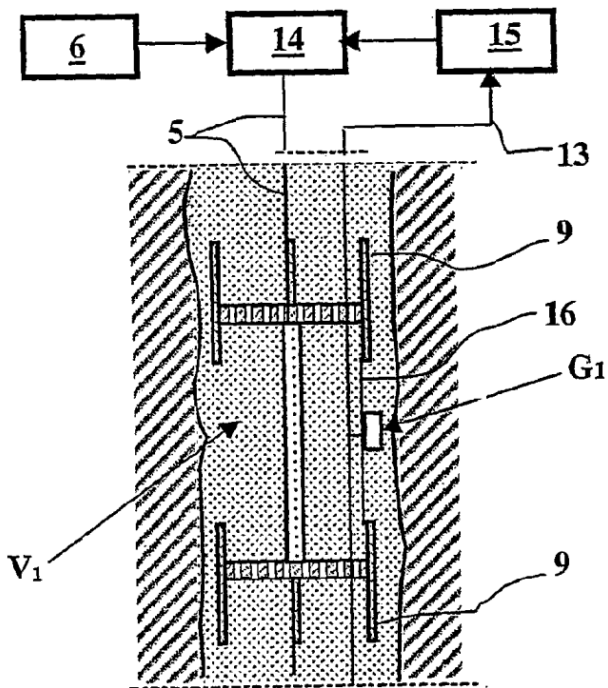


FIG.5

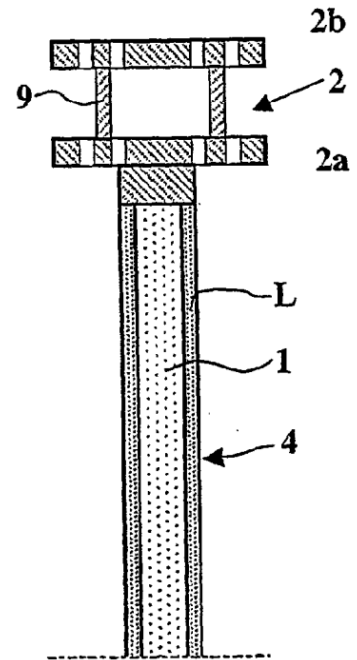


FIG.3

