



ESPAÑA

(10) ES	(11) NÚMERO 463672	(10) A1
(21)	(22) FECHA DE PRESENTACION 28-10-77	

PATENTE DE INVENCION

(30) PRIORIDADES: (31) NÚMERO 45001/76	(32) FECHA: 29-10-76	(33) PAIS Gran Bretaña
----------------------------------------------	-------------------------	---------------------------

(47) FECHA DE PUBLICIDAD	(51) CLASIFICACION INTERNACIONAL G 01 V	(52) PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA
--------------------------	--------------------------------------------	----------------------------------------

(64) TITULO DE LA INVENCION

"UN METODO Y UN APARATO PERFECCIONADOS PARA LA PROSPECCION SIS-
MICA".

(71) SOLICITANTE (S)

SOCIETE DE PROSPECTION ELECTRIQUE SCHLUMBERGER (21.505)

DOMICILIO DEL SOLICITANTE

42, rue Saint-Dominique, 75340 Paris Cedex 07, Francia.

(72) INVENTOR (ES)

Francis A. MONS y Michel A. BALABAUD.

(73) TITULAR (ES)

(74) REPRESENTANTE (P.- 67.140)

DCN OSCAR DE ELZABURU FERNANDEZ

Concedido el Registro de la Invención y se publicará como PRIMERA PAGINA DE LA MEMORIA con los datos que constan en la presente descripción y en el contenido de la Memoria adjunta.

20 JUN 1978

1 Este invento se refiere a un método y a un aparato de prospección marina por vía sísmica, que utilizan una fuente acústica neumática.

5 En la prospección sísmica marina, las fuentes acústicas neumáticas, o cañones neumáticos, se han usado mucho para generar señales acústicas en el agua por la rápida liberación de gas comprimido desde una cámara. Una fuente acústica típica se describe en la patente norteamericana nº 10 3.249.177 (de S.V. Chelminski) y comprende una cámara alimentada con gas comprimido, tal como aire comprimido, desde un compresor de alta presión. Es operada una válvula para causar una liberación muy rápida del aire comprimido desde la cámara, cuya acción produce una onda acústica de gran intensidad. Los cañones de aire son hechos funcionar usualmente 15 a una profundidad de 9 metros en el agua.

20 Cuando se hace funcionar una fuente acústica en una masa de agua imparte al medio circundante una aceleración hacia fuera inicial elevada. Sin embargo, una parte importante de la energía total puesta en libertad en el agua no se irradia inmediatamente en forma de onda sísmica sino que es retenida y almacenada como energía de flujo cinético en el agua. En un momento posterior, el flujo hacia fuera del agua es invertido y el flujo hacia dentro converge para producir una señal sísmica secundaria radiada y este fenómeno 25 constituye la base de la oscilación de la burbuja. Así, la señal acústica emitida por un solo cañón neumático, o "firma" del cañón, que es la amplitud de la señal emitida en función del tiempo comprende primordialmente un primer impulso de energía acústica y, luego, una señal secundaria debida a oscilaciones de la burbuja de aire puesta en liber- 30

1 tad por el cañón neumático en el agua.

Esta señal secundaria, que denominaremos señal de burbuja, es perjudicial para la interpretación de las señales sísmicas registradas. La señal de burbuja es perjudicial en los métodos típicos de exploración sísmica que suponen la detección cerca de la superficie del agua de las reflexiones de las señales sísmicas que se propagan hacia abajo desde reflectores sísmicos subsuperficiales, ya que la señal secundaria no se diferencia fácilmente de las posteriormente llegadas detectadas por los geófonos de superficie. La señal de burbuja es también perjudicial en las operaciones sísmicas en pozos que comprenden un geófono o hidrófono situado en un agujero de sondeo para detectar la señal sísmica que se propaga a través de las formaciones terrestres desde la superficie de la tierra, ya que en recientes desarrollos de estas técnicas, las formas de onda recibidas son registradas a fin de seguir las llegadas secundarias tales como reflexiones de señales procedentes de un reflector de la formación terrestre situado debajo del hidrófono del agujero.

Para tratar de anular esta señal secundaria, un método conocido comprende asociar hasta diez cañones de aire con diferentes frecuencias de burbujeo, dando así como resultado una señal de burbuja sustancialmente anulada para el conjunto.

Se han comercializado otros dispositivos para reducir esta señal de burbuja en cada cañón. Esta técnica comprende separar la cámara del cañón en dos partes mediante una estrangulación. El aire puesto en libertad desde la primera cámara genera una burbuja que es hecha avanzar por el

1 aire comprimido de la segunda cámara, reduciendo así las
oscilaciones de la burbuja. Tal dispositivo reductor de bur-
buja es comercializado, por ejemplo, por la Bolt Associates
Inc. La señal acústica emitida es mejorada pero la forma de
5 esta señal, todavía, tiene una magnitud importante de señal
de burbuja secundaria.

Un objeto del invento es crear un método y un apa-
rato sísmicos que comprenden una fuente acústica submarina
para transmitir señales acústicas considerablemente mejora-
das.
10

De acuerdo con el invento, un método de prospec-
ción sísmica comprende generar una señal acústica por la
puesta en libertad de gas comprimido a una profundidad se-
leccionada en una masa de agua y detectar señales acústicas
15 derivadas de dichas señales acústicas generadas y propaga-
das a través de formaciones terrestres situadas debajo de
dicha masa de agua, eligiéndose dicha profundidad de manera
que una primera parte emitida de cada señal acústica genera-
da sea aumentada mientras una parte emitida posterior de di-
20 cha señal generada sea reducida por una señal de eco deri-
vada de dicha señal generada y reflejada por la superficie
del agua. La profundidad es tal que el doble del tiempo de
tránsito acústico desde esta profundidad a la superficie es
sustancialmente igual a la duración del primer semiciclo de
25 la señal acústica generada.

Con los cañones de aire actualmente conocidos, la
duración del primer semiciclo de la señal acústica es de
unos 5 milisegundos. La situación de la fuente se elegirá
entre 1,5 y 4,5 metros y, con preferencia, a unos 3 metros
30 desde la superficie.

1 De acuerdo con otro aspecto del invento, un aparato de prospección sísmica comprende: una fuente acústica neumática que incluye una cámara para recibir gas comprimido a poner en libertad para generar una señal acústica en
5 una masa de agua; y medios para mantener dicha fuente a una profundidad predeterminada en el agua, de modo que una primera parte emitida de la señal generada sea incrementada mientras que una parte emitida posterior de la señal generada sea reducida por una señal de eco reflejada por la superficie del agua. La profundidad es tal que el doble del tiempo de tránsito acústico desde la fuente a la superficie sea sustancialmente igual a la duración del primer semiciclo de la señal acústica generada. Los medios de mantenimiento comprenden medios flotantes que flotan en la superficie del agua y medios para asegurar la fuente a los medios flotantes a una profundidad predeterminada. Con preferencia, la fuente comprende un dispositivo reductor de burbuja como se ha descrito antes.

15 El invento se comprenderá mejor por la siguiente descripción dada con referencia a los dibujos adjuntos, en los cuales:

20 La figura 1 ilustra las señales acústicas emitidas por una fuente neumática sumergida en una masa de agua;

25 La figura 2 ilustra las formas de onda de las señales acústicas emitidas de la figura 1;

La figura 3 es una forma de onda de una señal emitida obtenida con un método de prospección típico;

La figura 4 es una forma de onda de una señal emitida obtenida con el método del invento; y

30 La figura 5 es una vista esquemática de un aparato

1 to de prospección de acuerdo con el invento.

5 Con referencia a la figura 1, una fuente acústica neumática 10 está suspendida en el agua por el cable 11. La fuente acústica 10 puede ser un cañón de aire con una capacidad de unos 3,3 decímetros cúbicos y comercializado por Bolt Associates Inc. bajo la denominación DHS 1900. Tal fuente acústica se ha descrito en la patente norteamericana No. 3.249.177 de S.V. Chelminski. El cañón comprende una cámara para recibir gas comprimido tal como aire comprimido, 10 teniendo dicha cámara una lumbrera de escape que comunica con el agua. Un pistón puede ser controlado para la liberación instantánea del aire comprimido desde la cámara, generando de este modo una señal acústica en el agua. De acuerdo con el invento, la fuente 10 es mantenida mediante el cable 11 a una profundidad de sustancialmente 3 metros. Esquemáticamente, una primera onda acústica W_1 es emitida hacia abajo y una segunda onda acústica es emitida hacia arriba. Esta segunda onda es reflejada por la superficie del agua y propagada hacia abajo como eco W_2 de la superficie. La señal emitida total es la combinación de ambas ondas W_1 y W_2 . 15 La forma 12 de la onda W_1 se muestra en la figura 2 con un primer semiciclo de sustancialmente 5 milisegundos de duración y una señal de burbuja secundaria de aproximadamente 12 milisegundos de duración. La forma 13 de la onda reflejada W_2 es similar a la onda W_1 pero con una polaridad negativa y un retardo correspondiente al doble del tiempo de recorrido acústico desde la fuente a la superficie. Para una 20 profundidad de la fuente igual a 3 metros, este retardo es de unos 4 milisegundos, ya que la velocidad del sonido en el agua es aproximadamente igual a 1500 metros/s. En la se-

1 fial total 14 o "firma" del cañón de aire, puede verse que
el primer impulso emitido es incrementado al tiempo que la
señal de burbuja se ha suprimido casi por completo.

5 Para una profundidad de la fuente igual a 1,5 me-
tros, el retardo entre las ondas W_1 y W_2 es de unos 2 mili-
segundos y la primera parte de la señal generada sería re-
ducida por el eco de superficie W_2 . Si la profundidad de la
fuente lo se elige igual a 9 metros, el retardo entre las
10 ondas W_1 y W_2 sería de unos 12 milisegundos y la señal de
burbuja sería incrementada por la onda reflejada W_2 .

Aunque el ruido de burbuja se reduce considerable-
mente gracias a la anterior elección de la profundidad de la
fuente, se prefiere usar una fuente acústica neumática que
tenga un dispositivo reductor de la burbuja. Como antes se
15 ha escrito, un cañón con tal dispositivo de reducción de la
burbuja comprende cámaras primera y segunda para recibir el
aire a presión. Una estrangulación de diámetro seleccionado
comunica la primera con la segunda cámara. El aire compri-
mido es puesto rápidamente en libertad desde la primera cá-
20 mara para generar la primera parte de la onda acústica. El
aire comprimido de la segunda cámara es puesto en libertad
más lentamente para poner a presión la burbuja creada por
la primera cámara reduciendo de este modo las oscilaciones
de la burbuja y reduciendo las partes secundarias de la se-
25 ñal acústica generada. De acuerdo con el invento, se ha vis-
to que la reducción de la señal secundaria es más eficaz
para una profundidad escasa del cañón de aire que para la
usual profundidad de 9 metros. Al reducir la profundidad
de inmersión, el tamaño de la burbuja es incrementado y su
30 velocidad de oscilación disminuye con la reducción de la

1 presión hidrostática. La burbuja es suministrada de un modo
mejor por el aire que llega de la segunda cámara y el dis-
positivo de reducción de la burbuja tiene un mejor rendi-
5 miento que cuando está situado más abajo. Además, se ha vis-
to que la frecuencia de oscilación de la burbuja variaba
con la profundidad del cañón. Con el fin de facilitar el
filtraje de esta frecuencia, es importante mantener la fre-
cuencia constante y, por tanto, mantener constante la pro-
fundidad del cañón.

10 La figura 3 ilustra la forma de la señal acústica
emitida cuando la fuente se sitúa a una profundidad de 9
metros y la figura 4 ilustra la forma de esta señal cuando
la fuente se sitúa a una profundidad de 3 metros. En la fi-
gura 4, el ruido de burbuja se ha reducido por un factor
15 de 15 sin reducción, casi, del primer impulso emitido.

Con referencia a la figura 5, una plataforma de
perforación 20 está situada encima de un agujero de sondeo
21 perforado a través de las formaciones terrestres subma-
rinas 22. Con el fin de llevar a cabo una operación de pros-
pección sísmica desde la plataforma 20, se suspende de un
20 cable eléctrico 28 desde un aparejo de perforación 24 un
útil de agujero 23 que comprende un geófono. Las ondas acús-
ticas recibidas por el geófono son transmitidas a la super-
ficie a través del cable eléctrico y tratadas y registradas
25 por un equipo de superficie 25. Un hidrófono de referencia
26 está suspendido en el agua del gancho de una grúa 27 pa-
ra proporcionar al equipo de superficie un registro de la
señal acústica inicialmente emitida. Una fuente acústica
neumática 30 del tipo antes descrito está suspendida de una
30 boya 31 para que sea mantenida a una profundidad de sustan-

1 cialmente 3 metros. La boya 31 está asegurada al gancho de
la grúa 27 por un cable que tiene holgura suficiente para
5 permitir el movimiento vertical de la boya con el oleaje,
con relación al gancho. En el funcionamiento, la señal acús-
tica es emitida por la fuente 30 y recibida por el hidrófo-
no de referencia 26 y por un geófono situado en el agujero
de sondeo 23. La fuente es mantenida por la boya 31 a una
profundidad constante de 3 metros.

10 Este método es también muy útil para operaciones
de prospección sísmica en las cuales la onda acústica emi-
tida es reflejada por formaciones terrestres subsuperficia-
les y recibida por receptores acústicos o hidrófonos su-
mergidos cerca de la superficie del agua para derivar tra-
zas de sismogramas. Para estas operaciones de prospección
15 es muy importante una señal emitida "limpia", sin ruido de
burbuja. Para generar la señal emitida, podría usarse un
conjunto de varios cañones de aire sincronizados situados
a la profundidad antes mencionada de 3 metros.

20

25

30

05107

1

REIVINDICACIONES

5

Los puntos de invención propia y nueva que se presentan para que sean objeto de esta solicitud de Patente de Invención en España, por VEINTE años, son los que se recogen en las reivindicaciones siguientes:

10

1ª.-Un método perfeccionado de prospección sísmica en el que se emiten señales acústicas por medio de una fuente que tiene una cámara destinada a liberar un gas comprimido a una profundidad seleccionada en una masa de agua de manera que se incrementen primeras partes emitidas de dichas señales acústicas generadas y se reduzcan porciones emitidas posteriores de dichas señales acústicas generadas gracias a señales de eco derivadas de dichas señales generadas y reflejadas por la superficie del agua; y detectar señales acústicas derivadas de dichas señales acústicas generadas y propagadas a través de formaciones terrestres situadas debajo de dicha masa de agua.

15

20

25

2ª.- El método de la reivindicación 1ª, en el cual dicha operación de generación comprende generar señales acústicas a una profundidad seleccionada tal que el doble del tiempo de tránsito acústico desde dicha profundidad a la superficie del agua sea sustancialmente igual a la duración del primer semiciclo de dicha primera parte emitida de cada señal acústica generada.

30

3ª.- El método de la reivindicación 2ª, en el cual dicha operación de generación comprende generar señales

mE

1 acústicas a una profundidad seleccionada de entre 1,5 y 4,5 metros por debajo de la superficie del agua.

5 4ª.- El método de la reivindicación 3ª, en el cual dicha operación de generación comprende generar señales acústicas a una profundidad seleccionada sustancialmente igual a 3 metros.

10 5ª.- Un aparato perfeccionado para la prospección sísmica, que comprende: una fuente acústica neumática que incluye una cámara para recibir gas a presión que ha de ser puesto en libertad para generar una señal acústica en una masa de agua; y medios para mantener dicha fuente a una profundidad predeterminada en el agua, eligiéndose dicha profundidad de modo que una primera parte emitida de dicha señal generada sea incrementada y que una parte emitida posterior de dicha señal generada sea reducida gracias a una señal de eco derivada de dicha señal generada y reflejada por la superficie del agua.

15 6ª.- El aparato de la reivindicación 5ª, en el cual dichos medios de mantenimiento comprenden medios para mantener dicha fuente a una profundidad predeterminada de entre 1,5 y 4,5 metros en el agua.

20 7ª.- El aparato de la reivindicación 6ª, en el cual dichos medios de mantenimiento comprenden medios para mantener dicha fuente a una profundidad predeterminada sustancialmente igual a 3 metros.

25 8ª.- El aparato de cualquiera de las reivindicaciones 5ª o 6ª, en el cual dichos medios de mantenimiento comprenden medios flotantes para flotar en la superficie del agua y medios de sujeción entre dichos medios flotantes y dicha fuente para asegurar dicha fuente a dichos medios flo-

30

05107

ME

1 tantes a una distancia igual a dicha profundidad predeter-
minada.

5 9ª.- El aparato de cualquiera de las reivindicacio-
nes 5ª a 8ª, en el cual dicha fuente acústica neumática com-
prende medios para reducir dicha parte emitida posterior de
dicha señal generada.

10 10ª.- El aparato de la reivindicación 9ª, en el cual
dichos medios para reducir la parte posterior emitida de la
señal generada comprenden una segunda cámara para recibir
gas comprimido y medios de abertura entre dichas cámaras
primera y segunda para reducir las oscilaciones del gas
puesto en libertad desde dicha primera cámara.

15 11ª.- El aparato de cualquiera de las reivindicacio-
nes 5ª a 10ª, que comprende además medios para detectar se-
ñales acústicas derivadas de dichas señales acústicas gene-
radas y propagadas a través de formaciones terrestres situa-
das debajo de dicha masa de agua.

20 12ª.- Un aparato según la reivindicación 11ª, en el
cual dichos medios detectores comprenden por lo menos unos
medios de geófono situados en un agujero de sondeo mediante
un cable para detectar señales acústicas propagadas a través
de formaciones terrestres adyacentes a dicho agujero de son-
deo.

25 13ª.- Un método y un aparato perfeccionados para la
prospección sísmica.

Tal y como se ha descrito en la Memoria que ante-
cede, representado en los dibujos que se acompañan y con
los fines que se han especificado.

30

05107

mCe

1

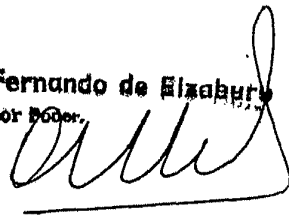
Esta Memoria consta de DOCE hojas escritas a máquina por una sola cara.

Madrid, 28.OCT.1977

P.A.

5

Fernando de Elizaburu
Por poder.



10

15

20

25

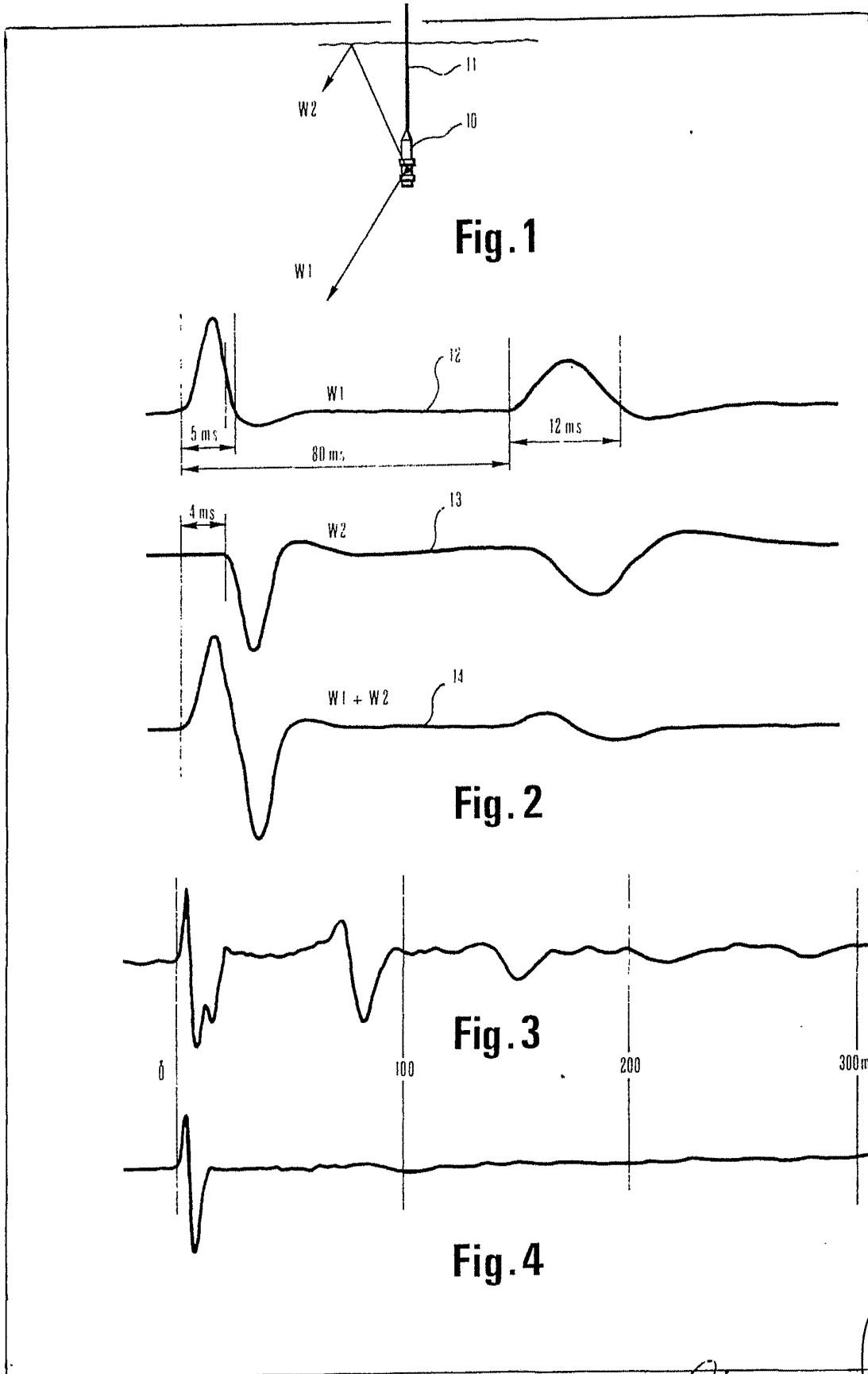
30

05107

VAL



67/140



Bernard de Fournier
Ingénieur

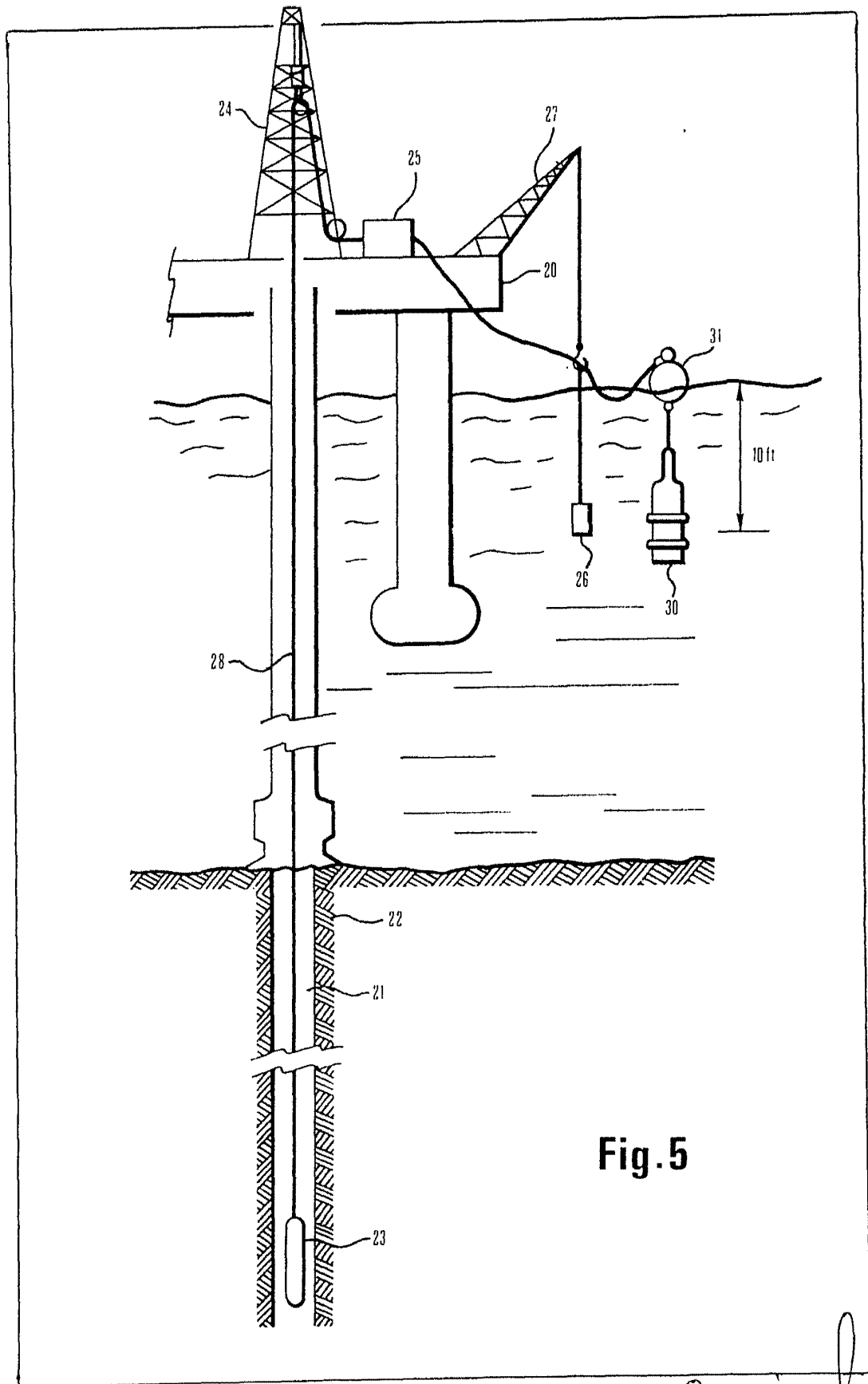


Fig. 5

[Handwritten signature]
Schlumberger