



ESPAÑA

19 ES	21 NUMERO	449.993	20 AT
	22 FECHA DE PRESENTACION	21.7.76	

PATENTE DE INVENCION

30 PRIORIDADES:		
31 NUMERO	32 FECHA	33 PAIS
75/22777 75/22778	22.7.75 22.7.75	Francia "
47 FECHA DE PUBLICIDAD	51 CLASIFICACION INTERNACIONAL	52 PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA
	G01B, E21B	
54 TITULO DE LA INVENCION		
"DISPOSITIVO Y PROCEDIMIENTO DE DETECCION DE LOS DESPLAZAMIENTOS DE UN CABLE"		
71 SOLICITANTE (S)		
SOCIETE DE PROSPECTION ELECTRIQUE SCHLUMBERGER		
DOMICILIO DEL SOLICITANTE		
42, rue Saint-Dominique, Paris 7ème, Francia		
72 INVENTOR (ES)		
Gérard Segéral, Jean Lavigne, Jean Guignard y Jean-Marie Lorre		
73 TITULAR (ES)		
74 REPRESENTANTE		
D. FERNANDO DE ELZABURU MARQUEZ		(P.- 63.491)

1 La invención se refiere a las medidas de profundidad de los aparatos descendidos en las perforaciones o pozos de sondeo en el extremo de un cable.

5 Para medir la profundidad de un aparato, suspendido en una perforación, en el extremo de un cable, es costumbre detectar la longitud de cable que pasa por la superficie. Para ello, es conocido utilizar un sistema de detección que tiene dos ruedas, que aprietan el cable con fuerza suficiente para minimizar los deslizamientos entre el cable y las ruedas. La medida de los desplazamientos angulares de una rueda es utilizada como medida de los desplazamientos longitudinales del cable.

10 Un ejemplo de dicho sistema se describe en la patente de los Estados Unidos de América Nº 1.768.809. Las dos ruedas están montadas sobre dos brazos soportes, articulados sobre un bastidor, y un resorte, montado entre los brazos, solicita a las dos ruedas, una hacia la otra, para apretar el cable. Si el cable se desplaza lateralmente y pasa a ser ligeramente oblicuo, el conjunto de las dos ruedas, puede seguir dicho desplazamiento lateral. No obstante, como los brazos están articulados alrededor de pivotes fijos respecto al bastidor, la recta que une el centro de las ruedas deja de ser entonces perpendicular al cable. Las ruedas tienen entonces tendencia, bajo el efecto del resorte, a deformar en "S" el cable y, por consiguiente, a medir longitudes diferentes de la de la fibra central del cable. Además, en este caso, las fuerzas de aplicación de las ruedas sobre el cable no son ya iguales, ya que quedan influenciadas por el peso de las ruedas y de los brazos.

15

20

25

30

1 De preferencia, los sistemas clásicos de de-
tección se hallan montado en la proximidad del torno, que
permite enrollar y desenrollar el cable. Estos sistemas
están, por consiguiente, guiados sobre una sección de ca-
5 ble oblicuo, o aproximadamente horizontal. Hasta ahora,
las ruedas de los sistemas clásicos han sido dispuestas
verticalmente, y llegan a apoyarse sobre y debajo del ca-
ble. Como la sección de cable presenta una flecha, es de-
cir una curvatura en el plano vertical, la rueda superior
10 está apoyada sobre una generatriz del cable más corta que
la fibra central. Como la fecha varía en función de la
tensión del cable, el error de medición originado varía
también según esta tensión. Finalmente, la fuerza de
aplicación de cada rueda sobre el cable queda influencia-
15 da por el peso y las aceleraciones verticales del dispositi-
vo. Ahora bien, se ha demostrado que la rotación de una
rueda tangencial dependía de forma crítica de su fuerza de
aplicación sobre el cable, incluso si esta fuerza se pro-
ducía en una gama suficientemente elevada para que no se
20 produjera prácticamente ningún deslizamiento de la rueda
sobre el cable.

Un primer objeto de la invención se refiere
a un dispositivo de detección de dos ruedas, que permite
obtener una medida muy precisa para cada una de las rue-
25 das, gracias a una fuerza de aplicación, que se mantiene
lo más constante posible en magnitud y en dirección.

Un segundo objeto de la invención se refiere,
además, a un procedimiento de detección de los desplaza-
mientos de un cable, que permite, simultáneamente, mejo-
30 rar la precisión y la seguridad de la medida.

1 Según la invención, un dispositivo de detección de
los desplazamientos longitudinales de un cable comprende: un
bastidor; dos conjuntos de guiado montados sobre el bastidor
y adaptados para apoyarse sobre una sección de cable; dos so-
5 portes móviles sobre el bastidor a ambos lados del cable; me-
dios elásticos dispuestos entre los soportes, para solicitar
a los soportes uno hacia el otro; dos ruedas montadas girato-
rias, respectivamente, sobre los soportes, para entrar en con-
tacto tangencial sobre los lados del cable y apretar, de este
10 modo, el cable entre ellas, bajo la acción de los medios elás-
ticos; y dos captadores de rotación para las citadas ruedas
respectivas. Los soportes están montados deslizantes sobre
el bastidor, según una dirección perpendicular a un eje del
bastidor, estando adaptados los conjuntos de guiado para man-
15 tener el bastidor a lo largo del cable, de tal modo que el
eje permanezca sensiblemente paralelo a la sección de cable.
Las fuerzas de aplicación de las ruedas contra el cable per-
manecen así sensiblemente constantes y concurrentes, perpen-
dicularmente a la sección de cable.

20 Medios de enganche inmovilizan al bastidor para-
lelamente al eje, y mantienen la dirección de deslizamien-
to de los soportes sensiblemente horizontal. Los captado-
res de rotación son codificadores, montados sobre los so-
portes, para elaborar primeras y segundas señales eléctri-
25 cas de medida, representativas de los desplazamientos an-
gulares respectivos a las ruedas. Los codificadores están
unidos a circuitos de tratamiento para elaborar señales
de salida, representativas del promedio de las primeras y
segundas señales de medida. Los circuitos de tratamiento es-
30 tán, además, adaptados para seleccionar como señales de salida,

1 aquellas señales de medida que representan los desplazamientos más rápidos, cuando la desviación relativa entre las primeras y segundas señales de medida excede de un umbral predeterminado.

5 Según otro aspecto de la invención, un procedimiento de detección de los desplazamientos de un cable, comprende las siguientes etapas: elaborar primeras y segundas señales, representativas respectivamente, de dos medidas de los desplazamientos longitudinales del cable; 10 comparar dichas primeras y segundas señales para determinar la desviación entre las citadas medidas; y producir señales de salida, bien representativas de un promedio de las citadas medidas, si la citada desviación sigue siendo inferior a un umbral determinado, bien representativas de 15 una de las citadas medidas seleccionadas, si la citada desviación excede de dicho umbral determinado, siendo la citada medida seleccionada la que representa los desplazamientos longitudinales del cable más importantes. Para determinar la desviación entre las medidas, se añade las primeras 20 señales, y se deduce las segundas señales en un valor promedio, restablecido cada vez que ha pasado una longitud predeterminada de cable. De preferencia, las primeras y las segundas señales, así como las señales de salida, están formadas, cada una de ellas, por dos series 25 de impulsos cuantificados, representativas respectivamente de incrementos de desplazamientos de cable en uno u otro sentido.

El dispositivo de detección es realizado a fin de obtener dos medidas de los desplazamientos del cable 30 lo más próximas posibles. Según la invención, se ha demos-

1 trado que la rotación de una rueda dependía, de forma crí-
tica, de su fuerza de apoyo contra el cable. Se intenta,
por consiguiente, contar para cada rueda con una fuerza
de apoyo constante en amplitud y en dirección. Gracias al
5 montaje deslizante de los soportes de ruedas sobre el bas-
tidor, mantenido a su vez en posición sobre una sección de
cable por los conjuntos de guiado, los medios elásticos,
dispuestos entre los soportes, aplican siempre las ruedas
perpendicularmente al cable con la misma fuerza, incluso
10 si la sección de cable presenta una curvatura entre los
dos conjuntos de guiado. Además, como la sección de cable
no es, en general, vertical, el dispositivo comprende me-
dios de enganche para mantener el bastidor en una posición
óptima, para la que la dirección de deslizamiento de los
15 soportes de las ruedas es sensiblemente horizontal. Nin-
gún componente de peso influencia, entonces a las fuerzas
de apoyo de las ruedas sobre el cable.

En la práctica, el bastidor puede adoptar
una ligera inclinación lateral provisional o continua,
20 respecto a la posición óptima. Además, el cable puede te-
ner aceleraciones horizontales o curvaturas momentáneas
en un plano horizontal. En este caso, las medidas propor-
cionadas por las dos ruedas pueden ser ligeramente diferen-
tes. Gracias al procedimiento de la invención, aplicado
25 en los circuitos de tratamiento del dispositivo de detec-
ción, se compensan estas diferencias por un cálculo de
promedio.

No obstante, una diferencia demasiado im-
portante entre las dos medidas, puede indicar un fallo
30 de una cadena de medida, debido, por ejemplo, al desli-

1 zamiento de una rueda, una avería de un codificador o de un
circuito electrónico. Se selecciona, entonces, automáti-
camente, la medida que corresponde a los desplazamientos
5 más importantes. El dispositivo continúa, por consiguien-
te, funcionando con la cadena de medida intacta, con una
precisión aún satisfactoria.

Un tercer objeto de la invención afecta a
una técnica para mejorar la precisión y la repetibilidad
de las medidas de profundidades de herramientas descen-
10 didas en diferentes ocasiones, en un pozo, por medio de
un mismo cable.

La precisión y la repetibilidad de las me-
didias de las profundidades de diagrafía de las herramien-
tas de las perforaciones o pozos de sondeo son caracterís-
15 ticas cuya importancia es cada vez mayor, a medida que se
generaliza el tratamiento automático por ordenador de las
diagrafías realizadas. Para responder a esta exigencia,
han sido desarrollados numerosos enfoques. En este senti-
do, por ejemplo, en la patente americana 3.566.478, con-
20 cedida a D.F. Hurlston, se describe una técnica para ase-
gurar la repetibilidad de las medidas sucesivas de pro-
fundidades, que utiliza un marcado magnético del cable,
realizado en el curso de un primer descenso de una herra-
mienta en una perforación. Esta técnica comprende, esen-
25 cialmente, tres etapas:

- medir la longitud de cable desenrollada
o enrollada en superficie, a fin de conocer la profundidad
de la herramienta, con una precisión de uno por mil, apro-
ximadamente,

30 - elaborar automáticamente un término de

1 corrección de elasticidad de la longitud de cable así me-
dida, y calcular la longitud de referencia en que hubiera
sido desenrollado en superficie el cable, si la tensión
que se le aplica efectivamente hubiera sido igual a una
5 tensión de referencia dada,

- aplicar una marca magnética en el cable,
cada vez que la longitud de referencia, así calculada,
iguale a un múltiplo entero de un intervalo de referencia
determinado (100m. por ejemplo).

10 En la práctica, estos cálculos de longitud
de referencia del cable son realizados a partir de seña-
les cuantificadas, originadas por un captador, que compren-
de una rueda de medida, que se apoya tangencialmente sobre
un ramal rectilíneo de cable, estando acoplado el árbol
15 de esta rueda a un dispositivo repetidor de avance angular
del tipo fotoeléctrico, de carga mecánica débil.

A las tres etapas principales citadas, apli-
cadas en el curso del descenso de la herramienta en el pozo,
se añade, al volver a subirla, una etapa que consiste en:

20 - elaborar, por medio de un ábaco, un tér-
mino de corrección de alargamiento de la longitud de re-
ferencia del cable, a fin de permitir calcular la profun-
didad real a la que se encuentra la herramienta, teniendo
en cuenta la tensión efectivamente aplicada al cable.

25 Es sabido que las medidas efectuadas en los
pozos de petróleo son registradas generalmente en una pe-
lícula fotográfica en función de la profundidad, siendo
el tambor de arrollamiento de esta película arrastrado di-
rectamente por un árbol de transmisión, mecánicamente en-
30 lazado a una polea de medida sobre la que pasa el cable.

1 Entre este árbol de transmisión y el tambor de arrollamiento
to de la película, se encuentra dispuesto un embrague de
mando manual, que permite desconectar el tambor del árbol.
Por otra parte, el árbol de transmisión está permanente-
5 mente enlazado al tambor de las inscripciones de profundi-
dad, que forma parte integrante del registrador, y a un
contador de profundidad, dispuesto en el exterior de este
mismo registrador. Además, un diferencial mecánico se
halla inserto entre la polea de medida y el árbol de trans-
10 misión de profundidad, a fin de permitir, por medio de una
manivela, ajustar el contador de profundidad, respecto a
la profundidad calculada de la herramienta en el pozo.
En efecto, es conveniente recordar aquí que la polea de
medida y la rueda tangencial de medida tienen cargas me-
15 cánicas diferentes, y que debido a ello, desplazamientos
debidos al deslizamiento del cable sobre la polea de me-
dida, aparecen entre el contador de profundidad del re-
gistrador, arrastrado por esta polea, y las profundidades
calculadas de la herramienta. En estas condiciones, en
20 el curso del descenso de la herramienta en el pozo -estan-
do el tambor de arrastre de la película del registrador
desembragado de su árbol de mando- cada vez que una nue-
va marca magnética es aplicada sobre el cable (o cada vez
que es detectada, si la operación de marcado ha sido rea-
25 lizada en el curso de un descenso anterior), el operario
puede corregir las últimas cifras del número publicado
por el contador de profundidad del registrador, de tal
modo que estas cifras expresen la distancia que separa al
cero de la herramienta de la primera marca del cable. Di-
30 cha corrección es, generalmente, netamente inferior a 1%

1 del intervalo de referencia.

5 Cuando la herramienta está en curso de nueva subida, la profundidad inicial indicada por el contador del registrador disminuye progresivamente. La primera vez que una marca magnética es detectada, el operario, accionando la manivela del diferencial, hace concorder las últimas cifras del número publicado por el contador, y las cifras que expresan la distancia entre el cero de la herramienta y la primera marca aplicada. A continuación, modifica estas últimas cifras, añadiéndoles el término de corrección de alargamiento de la longitud de referencia del cable. Este término se determina por medio de un ábaco, en función, simultáneamente, de la tensión aplicada en ese instante al cable, de su coeficiente de elasticidad, y de su longitud medida. En cuanto esta corrección de alargamiento se haya producido, el operario toma nota de las últimas cifras indicadas por el contador en este instante, a fin de determinar las últimas cifras del número que deberá indicar el contador de profundidad, al aparecer una nueva marca magnética.

15 Esta corrección de alargamiento quedará, a continuación, modificada en cada nueva marca detectada, en función de la nueva longitud del cable, y las nuevas últimas cifras del contador de profundidad se anotarán como anteriormente.

25 Si, en el momento de dicha detección, las cifras previstas, debido a la modificación de la corrección de alargamiento introducida, no son halladas, el operario introducirá, además, una corrección de deslizamiento igual al desplazamiento observado.

30

1 El conjunto de estas operaciones permite,
en principio, buenas correcciones de las medidas de pro-
fundidades, que aseguran a estas medidas una buena repe-
5 tibilidad en el curso de descensos y de nuevas subidas
sucesivas de herramientas suspendidas al cable así mar-
cado. Tales correcciones ofrecen, no obstante, el in-
conveniente de no ser continuas, lo que tiene por efecto,
en cada corrección introducida, hacer aparecer un salto
de profundida en el registro. Además, hay que observar
10 que la tarea impuesta al operario, debido a estas correc-
ciones de introducción manual, es especialmente absorbente.
Por consiguiente, puede ocurrir que, con el cansancio, las
diversas correcciones a realizar en cada detección de mar-
ca, no se efectúen en las mejores condiciones. La expe-
15 riencia ha demostrado que estas correcciones pueden, con
bastante frecuencia, ser mal calculadas o mal introducidas
o, simplemente omitidas.

En una patente americana nº 3.027.649,
presentada más de diez años antes de la anterior, R.W.
20 Sloan describe un procedimiento para calcular automáti-
camente la profundidad real de una herramienta suspendida
en una perforación por medio de un cable. En este proce-
dimiento, la longitud de referencia del cable queda auto-
máticamente corregida en función del alargamiento sufri-
25 do por el cable, bajo la acción de la tensión que le es
efectivamente aplicada. Este procedimiento parece, por
consiguiente, resolver teóricamente el problema de la me-
dida y de la corrección automáticas de la longitud real
de un cable descendido en una perforación. No obstante,
30 en la práctica, las diversas correcciones a introducir según

1 Sloan, para calcular esta longitud real, son tan complejas,
principalmente cuando la perforación está llena de líquido
y la tensión de referencia no es igual al peso de la he-
rramienta, que en la patente Hurlston, presentada diez
5 años después, una corrección manual única y global ha sido
preferida.

El tercer objeto de la invención consiste
en proponer una solución automática de fácil aplicación,
al problema de la corrección de alargamiento del cable.

10 De hecho, este tercer objeto de la invención
consiste en proponer un perfeccionamiento a la técnica des-
crita en la patente Hurlston, que permita efectuar, con
precisión máxima, en óptimas condiciones de repetibili-
dad, las medidas de profundidad reales de las herramien-
15 tas, gracias a un cálculo y a una introducción automática
de las diversas correcciones que deben preverse.

Según la invención, un procedimiento para
medir la profundidad real de una herramienta descendida
en una perforación por medio de un cable, del tipo que
20 consiste en:

- producir dos series de impulsos cuanti-
ficados de medida de longitud bruta, representativas res-
pectivamente de los incrementos de longitud de cable de
uno y otro signo desplazados en superficie;

25 - producir una señal representativa de la
tensión del cable en superficie;

- producir dos series de impulsos cuanti-
ficados de corrección de longitud bruta, respectivamente
representativas del producto de uno y otro signo de los ci-
30 tados impulsos de medida de longitud bruta, por el coefi-

1 ciente de elasticidad del cable, y por la diferencia algebraica entre la citada tensión medida en superficie y una tensión de referencia dada;

5 - producir dos series de impulsos cuantificados de medida de longitud de referencia, sumando en función de su signo las citadas series de impulsos de medida y de corrección de longitud bruta;

10 - totalizar algebraicamente dos series de impulsos cuantificados de medida de longitud del cable, a fin de producir una señal numérica representativa de la citada longitud de cable,

se caracteriza porque consiste, además, en:

15 - producir una señal representativa de la tensión del cable en el fondo de la perforación,

20 - producir dos series de impulsos cuantificados de primera corrección de alargamiento del cable, representativas respectivamente del producto de uno y otro signo de los incrementos algebraicos de la citada longitud de cable por el coeficiente de elasticidad del cable, y por la diferencia entre la tensión en la mitad del cable y la citada tensión de referencia, cada vez que la citada primera corrección corresponda a un incremento de longitud,

25 - producir dos series de impulsos cuantificados de segunda corrección de alargamiento del cable, respectivamente representativas del producto de uno y otro signo de los incrementos algebraicos de la diferencia entre la citada tensión en medio del cable y la citada tensión de referencia, por el coeficiente de elasticidad del cable y por la citada longitud del cable, cada vez que la

30

1 citada segunda corrección corresponde a un incremento de longitud,

5 - sumar, en función de su signo, las citadas series de impulsos cuantificados de medida de longitud de referencia, y las citadas series de impulsos cuantificados de primera y segunda corrección de alargamiento, a fin de producir dos series de impulsos cuantificados de desplazamiento real, respectivamente representativas de los desplazamientos reales de uno y otro sentido de la herramienta;

10

- totalizar algebraicamente las dos series de impulsos cuantificados de desplazamiento real de la herramienta, para originar una señal numérica representativa de la profundidad real de la herramienta.

15 Gracias a estas disposiciones, la profundidad real de la herramienta es en todo momento, en el curso de su descenso y de su nueva subida, recopiada en el registrador de medida asociado.

20 En efecto, es sabido, de acuerdo con la ecuación (26) de la patente Sloan y la ecuación (2) de la patente Hurlston, que la ecuación que proporciona la profundidad real de una herramienta descendida en un pozo por medio de un cable, puede establecerse del siguiente modo:

25
$$L_t = L_m - \int_0^{L_R} E(T_S - T_R) dl + E(T_M - T_R) \cdot L_R \quad (1)$$

en esta ecuación,

L_t es la profundidad real buscada,

L_m es la longitud bruta de cable desenrollado, medido en

30 superficie por un captador de medida de carga débil,

1 bajo una tensión de superficie $T_S = P + T_B$, siendo
 P el peso de cable desenrollado y T_B la tensión de
 fondo aplicada en el extremo inferior del cable,
 5 L_R es la longitud de referencia que tendría este cable
 desenrollado si estuviera uniformemente sometido a
 una tensión de referencia T_R , y
 10 T_M es la tensión media teórica soportada por el cable en
 su mitad, cuando está suspendido en el pozo, o sea $T_M =$
 $(T_S + T_B)/2 = T_B + P/2$

10 El segundo término de la ecuación (1) an-
 terior es la corrección de longitud bruta que debe aplicar-
 se a la longitud bruta medida L_m , para proporcionar la
 longitud de referencia

15
$$L_R = L_m - \int_0^{L_R} E (T_S - T_R) dl$$

En la práctica, esta longitud de referen-
 cia L_R está calculada por la acumulación de incrementos o
 de desplazamientos unitarios de referencia de cable:

20 $L_R = \sum \delta l_R$ con $\delta l_R = \delta l_m - \delta l_m \cdot E (T_S - T_R)$ (2)
 ecuación en la que δl_R es un desplazamiento unitario de
 referencia, que corresponde a un impulso cuantificado de
 medida de longitud de referencia, y δl_m un desplazamiento
 unitario medido, que corresponde a un impulso cuantificado
 25 de medida de longitud bruta producida por el captador de
 medida. En cuanto al cálculo de los incrementos $\delta l_m \cdot E$
 $(T_S - T_R)$, consiste en producir un nuevo impulso cuantifi-
 cado de salida, cada vez que el producto de la expresión
 $E(T_S - T_R)$, previamente convertido en una señal numérica
 30 permanente, por el número de impulsos cuantificados de me-

1 dida de longitud bruta $\int l_m$, recibidos desde el instante de emisión del precedente impulso de salida, iguale a un cuanto de longitud. En estas condiciones, la ecuación (1) puede aun establecerse

$$5 \quad L_t = L_R \left[(1 + E (T_M - T_R)) \right] \quad (3)$$

En la práctica, la longitud real L_t del cable se obtiene por la acumulación de incrementos de longitud real $\int l_t$, y es calculada del siguiente modo:

$$10 \quad L_t = \sum \int l_t = \sum \int l_R + \sum E \cdot T \cdot \int l_R + \sum E \cdot L_R \cdot \int T \quad (4)$$

ecuación en la que $T = (T_M - T_R)$ y $\int T$ es un incremento de uno u otro signo de la diferencia entre la tensión media T_M del cable y la tensión de referencia T_R . Se observará, en este caso, que esta tensión de referencia T_R es, en general, una constante, pero que es posible hacerle adoptar valores que evolucionan, principalmente a saltos, en función de la longitud de cable desenrollado, a fin de mantener siempre la diferencia $(T_S - T_R)$, y por consiguiente $(T_M - T_R)$, en un ámbito determinado, a fin de minimizar el segundo término de la ecuación (4). En estas condiciones se producen dos series de impulsos cuantificados de desplazamiento real ($\int l_t$) de la herramienta de uno y otro signo, sumando en función de su signo, los impulsos cuantificados de longitud de referencia ($\int l_R$), corregidos, llegado el caso, en función del deslizamiento, los de alargamiento debidos a las variaciones de longitud del cable ($E T \int l_R$), y los de alargamiento debido a las variaciones de tensión del cable ($E \cdot L_R \int T$). Para disponer de la profundidad real de la herramienta es suficiente con

15

20

25

30

1 sumar algebraicamente los impulsos $\pm \delta l_t$.

Según otra característica de la invención,
el procedimiento de medida de la profundidad real de una
herramienta descendida en una perforación por medio de un
5 cable consiste, además, en:

- totalizar algebraicamente las citadas
dos series de impulsos cuantificados de medida de longitud
de referencia, a fin de producir una señal numérica repre-
sentativa de la citada longitud de referencia,

10 - aplicar, en el curso de una primera
operación en el cable, marcas magnéticas sobre el cable,
a partir de una profundidad inicial dada de la herramien-
ta, cada vez que la citada longitud de referencia haya
aumentado en un intervalo unitario determinado,

15 - detectar en el curso de operaciones
posteriores las marcas magnéticas aplicadas sobre el ca-
ble en el curso de la citada primera operación,
y se caracteriza porque consiste en:

20 - producir en ocasión de cada detección
de marca, un coeficiente de corrección de diferencia igual
a la diferencia algebraica relativa entre el intervalo de
longitud de referencia efectivo obtenido por la acumulación
de los citados impulsos cuantificados de medida de longi-
tud de referencia entre los instantes de detección de dos
25 marcas magnéticas consecutivas y el intervalo unitario de
longitud de referencia teórico marcado en el cable;

- generar dos series de impulsos cuantifi-
cados de corrección de la longitud de referencia, repre-
sentativas del producto cuantificado de uno y otro signo
30 de los citados impulsos cuantificados de medida de longitud

1 de referencia, por el citado coeficiente de corrección de
diferencia,

- sumar, en función de su signo, las series de
impulsos cuantificados de medida y de corrección de la longi-
5 tud de referencia, para proporcionar dos series de impulsos
cuantificados de medida de longitud de referencia corregida,

- totalizar algebraicamente las dos series
de impulsos cuantificados de medida de longitud de refe-
rencia corregida para producir una señal numérica represen-
10 tativa de la longitud de referencia corregida en diferencia
y deducir de la misma el citado intervalo de longitud de re-
ferencia efectivo,

- sumar, en función de su signo, las series de
impulsos cuantificados de medida de longitud de referencia
15 corregida en diferencia, y las series de impulsos cuantifi-
cados de primera y segunda corrección de alargamiento, a fin
de producir dos series de impulsos cuantificados de despla-
zamiento real corregido, representativas respectivamente de
los desplazamientos reales de la herramienta, corregidos en
20 diferencias de uno y otro sentido,

- totalizar algebraicamente las citadas dos
series de impulsos cuantificados de desplazamiento real de
la herramienta, para originar una señal numérica represen-
tativa de la profundidad real de la herramienta corregida
25 en lo que concierne a las diferencias que aparecen entre
las longitudes de referencia marcadas en el curso de
la primera operación en el cable y detectadas posterior-
mente.

Gracias a estas disposiciones, el desli-
30 zamiento de la rueda de medida, así como los alargamientos

1 irreversibles de los cables nuevos, son progresivamente
corregidos durante todo el tiempo que separe dos detecciones
consecutivas de marcas magnéticas. Esto representa
un perfeccionamiento notable respecto a la técnica de corrección
5 del deslizamiento de la rueda de medida descrita
en la figura 1 de la patente Sloan. En efecto, según esta
patente, la corrección del deslizamiento se aplica en su
totalidad y de una sola vez, en el momento de la detección
de una marca. La ventaja del procedimiento según la presente
10 invención reside en producir registros regulares que
no presenten saltos de profundidades.

Además, cuando se ha procedido, en el curso de un primer descenso del cable, a la aplicación de
marcas magnéticas en intervalos de longitud de referencia
15 determinados, se dispone para la nueva subida siguiente,
y para cualquier descenso y subida posteriores, de una referencia
de profundidad estable en la que, por efecto de la corrección de
deslizamiento, y más generalmente de diferencia descrita, las
20 longitudes de referencia corregidas y las profundidades reales
son tomadas constantemente. De este modo, es posible, a partir
de una longitud medida, proporcionada por una rueda, cuyo
deslizamiento relativo sería de 10^{-3} (o más bien la diferencia
entre el deslizamiento relativo de la rueda de medida durante
25 la operación de marcado y la de esta misma rueda - u otra -
en el curso de descensos y de subidas posteriores) recobrar la
longitud de referencia del cable, determinada en el curso del
primer descenso, con una precisión igual a 10^{-3} del intervalo
unitario de referencia (o sea 10 cm si este intervalo es de
30 100 m. y de 1 cm. si es de 10 m.), y asegurar la repetibili-

1 lidad de la longitud de referencia utilizada para el cálculo de las profundidades reales sucesivas, con esta misma precisión. Se observará, en este caso, que al ser
5 el efecto de deslizamiento de la rueda de medidas sobre el cable, proporcionar una longitud medida inferior a la longitud real, el signo del coeficiente de corrección de deslizamiento es positivo en el descenso y negativo en la
nueva subida de la herramienta.

Según otra característica complementaria,
10 el procedimiento según la invención consiste, además, en:

- hacer dependiente de los impulsos cuantificados representativos del desplazamiento real de la herramienta, corregido, llegado el caso, en deslizamiento,
15 de la rueda de medida, el avance del contador de profundidad solidario del árbol de arrastre del soporte de registro de un registrador de medidas asociado a la herramienta.

Las características y ventajas de la invención resaltarán mejor, por otra parte, en la siguiente descripción, proporcionada a título de ejemplo no limitativo,
20 con referencia a los dibujos anejos, en los que:

- la figura 1 es un esquema que representa operaciones efectuadas en una perforación;

- la figura 2 es una vista en perspectiva de un dispositivo de detección de los desplazamientos del
25 cable según la invención;

- la figura 3 es un corte transversal de una parte del dispositivo de detección de la figura 2;

- la figura 4 es una vista desde arriba, en corte parcial, de una parte del dispositivo de detección
30 de la figura 2 y

1 - la figura 5 es un esquema de los circuitos de tratamiento asociados al dispositivo de detección.

5 - la figura 6 representa el esquema de un sistema de medida de profundidad real según la invención, y

- la figura 7 el esquema de cierto número de circuitos de cálculo utilizados en la figura 6.

10 La figura 1 representa esquemáticamente una unidad de laboratorio 10, colocada en la proximidad de una torre de perforación 11, para efectuar operaciones por medio de un aparato 12, descendido en el sondeo 13, en el extremo de un cable 14. El aparato 12 puede ser, por ejemplo, una sonda de diagrafía para el estudio de las for-

15 maciones atravesadas por el sondeo 13. El cable 14, del que está suspendido el aparato 12, pasa sobre una polea superior 15, suspendida de la torre de perforación, sobre una polea inferior 16, y se enrolla sobre un torno 17, montado en la unidad 10. Para medir la profundidad del

20 aparato 13, se detecta el desplazamiento del cable en superficie, por medio de un dispositivo de detección 20, montado en el extremo de un brazo orientable 21, dispuesto sobre el torno 17. El dispositivo de detección está representado más detalladamente en la figura 2.

25 Con referencia a la figura 2, el dispositivo de detección 20, comprende un bastidor 24, constituido por dos varillas longitudinales paralelas 25 y 26, cada una de las cuales tiene un extremo posterior 27 fijado en un bloque 30. Se denominará eje longitudinal del

30 bastidor la recta 28, paralela a las varillas 25 y 26, y

1 situada a media distancia entre dichas varillas. El blo-
que 30 está montado, por mediación de una junta de Cardán
(no visible en la figura), en el extremo inferior de un
pescante, fijado por una parte central al brazo orientable
5 21. La junta de Cardán comprende, de forma clásica, una
cruceta que tiene un primer pivote 33, montado giratorio
en un calibrado perforado en el bloque 30, perpendicular-
mente a las varillas 25 y 26, y un segundo pivote, mon-
tado giratorio en un calibrado del pescante 32, perforado
10 perpendicularmente a la dirección del brazo orientable 21
y en un plano vertical. La junta de Cardán permite al eje
longitudinal del bastidor orientarse en cualquier dirección,
girando alrededor del centro de la junta, pero inmoviliza
las varillas en rotación alrededor de este eje longitudi-
15 nal.

En funcionamiento normal, el brazo orien-
table 21 está aproximadamente horizontal, y el segundo pi-
vote de la cruceta está, por consiguiente, sensiblemente
vertical. El primer pivote 33 es mantenido, de este modo,
20 aproximadamente horizontal. El plano de simetría 34 de las
varillas 25 y 26, situado a media distancia entre estas dos
varillas, y denominado a continuación plano axial del bas-
tidor, es mantenido, por consiguiente, sensiblemente ver-
tical. El bloque 30 comprende una cara inferior 35, sobre
25 la que están montados giratorios, a igual distancia del
plano axial del bastidor, dos rodillos cilíndricos 36 y 37,
entre los que pasa el cable 14. Los dos rodillos 36 y 37
están situados en la vertical de la junta de Cardán, y per-
miten guiar el cable por mediación del brazo orientable 21,
30 para enrollar, de forma adecuada, el cable sobre el torno

17. Se observará que una fuerza lateral, aplicada a los rodillos 36 y 37, no impone esfuerzo alguno que se oponga al posicionamiento del bastidor a lo largo del cable.

El bastidor es mantenido a lo largo del cable 14, por medio de dos conjuntos de guiado 40 y 41, montados, respectivamente, en los extremos delantero y trasero de las varillas 25 y 26. El conjunto de guiado 40, representado en corte transversal en la figura 3, comprende un cuerpo 42, constituido por dos partes tubulares 43 y 44, montadas respectivamente sobre las varillas 25 y 26, dos flancos longitudinales 45 y 46, y dos nervaduras transversales 47, perpendiculares a las partes tubulares 43 y 44. El cuerpo 42 comprende, también, dos tambores 50 y 51, dispuestos frente a frente, y que atraviesan respectivamente los flancos 45 y 46. Los tambores 50 y 51 son perforados con calibrados coaxiales, en los que están montados dos rodamientos a bolas 52 y 53. Una rueda 54 está enchavetada sobre un cubo 55, montado giratorio en los rodamientos a bolas 52 y 53. El eje de rotación de la rueda 54 es, de este modo, perpendicular, al plano axial 34 del bastidor.

Un rodillo 56, que tiene una garganta periférica 57, en forma de V, está montado giratorio, gracias a rodamientos de bolas 60, sobre un brazo 61, articulado sobre un pivote 62, montado en la parte inferior de las nervaduras transversales 47. El brazo 61 comprende, más allá del pivote 61, una prolongación 63, en cuyo extremo se encuentra articulada una bieleta 64, por medio de un pasador 65. La bieleta 64 lleva un collar 68, montado deslizante en un cilindro 66, siguiendo una carrera

1 limitada por un anillo elástico 67. Un resorte 70 está
montado a compresión entre el collar 68 y el fondo del
cilindro 66; que lleva una prolongación 71, articulado
por un pasador 72 a una palanca 73. La palanca 73 se ha-
5 lla, a su vez, articulada sobre un pivote 74, fijado a las
nervaduras transversales 47. Cuando la palanca 73 se en-
cuentra en posición baja, representada en la figura 3,
el resorte 70 queda comprimido, y rechaza hacia abajo la
prolongación 63 del brazo 61. Por consiguiente, el rodi-
10 llo 65 es solicitado hacia arriba, y empuja el cable 14
contra la rueda 54. Para liberar el cable, se pone la
palanca 73 en posición alta, lo que descomprime el resorte
70, y permite al rodillo 56 bascular hacia abajo, alrede-
dor del pivote 62.

15 El conjunto de guiado 41, colocado en la
proximidad del bloque 30, es similar al conjunto 40, y
comprende una rueda 76 y un rodillo 77, idénticos a la
rueda 54 y al rodillo 56. No obstante, el cubo de la rue-
da 76 está enlazado, por mediación de un engranaje cónico
20 80, a una varilla cuadrada, arrastrada por la rotación de
la rueda 76. Esta varilla está enlazada a una transmisión
mecánica que, en caso de urgencia, puede sustituir a la
transmisión eléctrica de los desplazamientos del cable, tal
como se explicará a continuación.

25 Entre los dos conjuntos de guiado 40 y 41,
está fijado, sobre las varillas 25 y 26, el conjunto gemelo
de detección de los desplazamientos del cable 14. Este
conjunto se halla también representado visto desde arriba,
en corte parcial, en la figura 4. Un marco rectangular 85
30 lleva, en sus cuatro esquinas, pinzas tales como 86, di-

1 rígidas hacia arriba, y adaptadas para recibir las varillas
25 y 26. Una hendidura vertical 87 permite apretar la
pinza 86 sobre la varilla 25, por medio de un tornillo 90.
La parte transversal posterior del marco 85 comprende dos
5 pinzas 91, dirigidas hacia abajo, simétricamente dispues-
tas respecto al plano axial del bastidor, y adaptadas pa-
ra recibir un tubo transversal 94. Tornillos 93 aprietan
las pinzas 91 sobre el tubo 94, y lo mantienen en una posi-
ción perpendicular al plano axial 34. En la mitad de la
10 parte transversal delantera del marco 85, se halla fijada
por una tuerca 95 una pinza 96, de posición regulable, en
la que está inmovilizado un segundo tubo transversal 97.

A ambos lados del plano axial 38, dos
carros 100 y 101 se encuentran montados deslizantes sobre
15 los tubos transversales 94 y 97. El carro 100 comprende
dos partes tubulares 102 y 103, reunidas por dos tirantes
104 y 105, a una parte central anular 106. Las partes tu-
bulares se prolongan hacia abajo por montantes 107 y 108,
cuyas partes inferiores están unidas por una placa calada
20 110. En la parte tubular 102 están montados casquillos
de bolas 111 y 112, mantenidos en su lugar por anillos
elásticos 113 y 114. Los casquillos de bolas 111 y 112
están montados deslizantes sobre el tubo 94. Una corona
115, encajada en la parte tubular 102, y equipada con jun-
25 tas 116 y 117, lleva una parte roscada 120 y un extremo,
perforado con un orificio 121, adaptado para recibir un
pasador 122. Un tapón 123 se rosca sobre la parte file-
teada 120. Un fuelle elástico 124 está fijado en el extre-
mo opuesto de la parte tubular, para impedir la introduc-
30 ción de partículas sólidas en los casquillos de bolas.

1 En el interior del tubo 94, un resorte 125 está montado
en tensión entre el pasador 122 y el pasador correspondien-
te del carro simétrico 101. La parte tubular 103 está
montada deslizante, del mismo modo, sobre el tubo trans-
5 versal 97, que contiene, asimismo, un resorte 126, que
solicita uno hacia el otro a los carros 100 y 101. El
montaje hiperestático de los dos carros sobre los tubos
transversales por medio de ocho casquillos de bolas trans-
forma en indeformable el conjunto de estos dos tubos, que
10 no necesita un marco 85 rígido para su fijación sobre el
bastidor. Como se ha visto anteriormente, es suficiente
que estos tubos estén fijados al bastidor en tres puntos,
uno de los cuales tiene una posición regulable.

15 Sobre la parte central 106, está fijado
por medio de tornillos (no representados), un cuerpo de
cojinete 130, en el que está montado un rodamiento de
bolas 131. Asimismo, en medio de la placa calada 110
está fijado, por tornillos 132, un segundo cuerpo de co-
jinete 133 (figura 2), que contiene un rodamiento de bolas
20 coaxial con el rodamiento 131. En el interior de estos dos
rodamientos de bolas se halla montado giratorio, el cubo
134 de una rueda de medida 135, adaptada para entrar en
contacto tangencial sobre el lado del cable 14, cuando el
carro 101 es solicitado hacia el plano axial 34, por los
25 resortes 125 y 126.

En el extremo superior del cuerpo del co-
jinete 130 se halla fijada la caja de un codificador fo-
toeléctrico 136. Este codificador de tipo clásico, com-
prende un disco sobre cuya periferia están grabadas zonas
30 alternativamente transparentes y opacas, que ocultan el

1 trayecto óptico entre una fuente luminosa y células recep-
toras. El disco del codificador 136, está unido al cubo
134, de la rueda de medida 135. El codificador propor-
ciona dos señales, de frecuencias proporcionales a la veloci-
5 dad de rotación 135, estando estas dos señales desfasadas
en $\pm 90^\circ$ según el sentido de rotación.

Asimismo, una segunda rueda de medida 140
está montada giratoria sobre el carro 101, a fin de llegar
a apoyarse tangencialmente sobre el otro lado del cable
14. Sobre el carro 101 está montado un segundo codifica-
10 dor 137, idéntico a 136, que elabora señales representati-
vas de los desplazamientos angulares de la segunda rueda
de medida 140. Se observará que los resortes 125 y 126
tienen por efecto apretar el cable 14 entre las dos rue-
15 das de medida, pero no ejercen fuerza alguna que se oponga
a los desplazamientos transversales del conjunto formado
por las dos ruedas de medida, bajo el efecto de una curva-
tura del cable en el plano horizontal. En la posición
óptima del dispositivo, para la que los puntos de apoyo
20 de las ruedas de medida se encuentran sobre una recta ho-
rizontal, las fuerzas de aplicación de estas ruedas contra
el cable son de sentido opuesto e iguales entre sí, ya que
son únicamente debidas a la suma de las tensiones de los
dos resortes 125 y 126.

25 Sobre el bastidor están también montados
medios para separar una de otra las ruedas de medida, y
permitir la colocación del cable entre estas dos ruedas.
En medio de un estribo 142, fijado a las varillas longi-
tudinales 25 y 26, está montado giratorio un árbol vertical
30 143, en cuyo extremo inferior se halla dispuesta una leva

1 144. En la parte superior del árbol 143 está fijada una
palanca inclinada 145, que permite hacer girar manualmente
la leva 144. La leva 144 lleva dos hierros planos próxi-
5 mos 146 y 147 y dos gargantas 150 y 151 alejadas, enlaza-
das a los hierros planos por redondeados simétricos. Un
resorte interno (no representado) mantiene la leva en la
posición de la figura 4. Un brazo 152 está fijado en el
lado del carro 100 por tornillos 153, y se prolonga hori-
10 zontalmente hasta cierta distancia de los hierros planos
146 y 147. Otro brazo simétrico está fijado al carro 101.
Si se gira la palanca 145 en la dirección de las agujas
del reloj, la leva 144 rechaza hacia el exterior los bra-
zos tales como 152, y separa las ruedas de medida una de
15 otras, permitiendo la introducción del cable entre las
mismas. Una rotación en sentido inverso de la palanca
145, libera los carros, y las dos ruedas de medida pueden
entonces entrar en contacto sobre el cable 14, bajo la ac-
ción de los resortes 125 y 126.

20 Para medir la longitud del cable desen-
rollado, es conocido utilizar, además, marcas magnéticas
inscritas, por ejemplo, cada cincuenta metros sobre el
cable 14. Estas marcas constituyen referencias periódicas,
que permiten comprobar la longitud de cable que ha
pasado frente a las ruedas de medida. El dispositivo de
25 detección 20 comprende medios para detectar estas marcas
magnéticas. Ligeramente desplazado hacia la parte pos-
terior respecto al centro del cuadro 85, un estribo (no
representado) está fijado sobre las varillas 25 y 26. En
la parte inferior de este estribo está fijado un detector
30 de marcas magnéticas 147, que tiene polos cóncavos 148 y

1 149, dispuestos en la proximidad y sobre el cable 14. Este detector es, por ejemplo, del tipo de efecto Hall, y emite una señal eléctrica cuando una marca magnética se encuentra entre los polos 148 y 149.

5 El dispositivo de detección 20 comprende, además, medios para borrar las marcas magnéticas, y medios para inscribir las marcas sobre el cable 14. En la parte posterior del bloque 30, está fijada una placa 150 (figura 2), sobre la que está articulado, por medio de un pasador 151, un soporte 152. Dos varillas longitudinales 153 y 10 154, de la misma separación que las varillas 25 y 26, están fijadas al soporte 152, y llevan en sus extremos delanteros toques elásticos tales como 155, que llegan a colocarse frente a otros dos toques tales como 156, montados en los extremos posteriores de las varillas 25 y 26. El 15 segundo bastidor constituido por el soporte 152 y las varillas 153 y 154, puede por consiguiente, girar en un plano horizontal, alrededor del pasador 151. Los ángulos máximos que pueden alcanzar las varillas 153 y 154 respecto al eje 28 quedan, no obstante, limitados por los toques, 20 tales como 155 y 156. En la parte inferior del soporte 152 está fijado un solenoide 160, cuyos extremos están bloqueados sobre plots aislados 161 y 162. El solenoide rodea, sin tocarlo, al cable 14. Si se conecta una fuente de corriente alterna entre los plots 161 y 162, se 25 envía al solenoide 160, una corriente alterna que borra las marcas magnéticas inscritas sobre el cable cuando pasan a través del solenoide.

30 Sobre una parte intermedia de las varillas 153 está fijado, por ramas laterales 158, un electroimán

1 163, utilizado para inscribir marcas magnéticas sobre el
cable 14. El electroimán 163 comprende dos polos magné-
ticos 164 y 165, dispuestos sobre y en la proximidad del
cable. Un impulso de corriente enviado al electroimán
5 163, inscribe una marca magnética sobre la parte del cable
que se encuentra, en ese instante, frente a los polos 164
y 165. Sobre los extremos posteriores de las varillas
153 y 154 se halla fijado un conjunto de guiado 166, idéntico
al conjunto de guiado 40. Este conjunto de guiado 166,
10 posiciona a las varillas longitudinales 153 y 154, para-
lelamente al segmento de cable situado entre los dos con-
juntos 41 y 160, y determina, por consiguiente, las posi-
ciones, sobre el cable, del borrador 160 y del marcador
163. Se observará que cuando el cable 14 se desplaza des-
15 de la parte delantera a la parte trasera, es decir, en el
curso de un movimiento ascendente del aparato 12 en el son-
deo 13, se encuentra sucesivamente el detector de marcas
147, el borrador 160, y luego el marcador 163. Esta dis-
posición permite utilizar marcas existentes para un ca-
20 lado en profundidad, antes de borrarlas y de sustituir-
las por otras marcas corregidas.

Los codificadores 136 y 137 se hallan en-
lazados a circuitos de tratamiento, representados en la
figura 5. El codificador 136 comprende dos salidas 180
25 y 181, respectivamente enlazadas a dos circuitos de am-
plificación y de puesta en forma 182 y 183, cuyas sali-
das 184 y 185 están enlazadas a un circuito lógico de sen-
tido 186, que tiene dos salidas 187 y 188. Las señales
S184 y S185, que aparecen en las salidas 184 y 185, son
30 señales periódicas rectangulares cuya frecuencia es pro-

1 porcional a la velocidad de rotación de la rueda de medida 135. Las señales S185 se hallan retrasadas en un cuarto de período respecto a las señales S184, si la rueda 135
5 gira en un sentido directo, que corresponde a la subida del aparato 12 en el pozo de sondeo. Si el aparato 12 es descendido en el pozo de sondeo, la rueda 135 gira en sentido inverso, y las señales S185 se hallan adelantadas en un cuarto de período respecto a las señales S184. El circuito lógico 186 elabora impulsos cuantificados en su salida 187, cuando la rueda 135 gira en sentido directo, y en la salida 188 si la rueda 135 gira en sentido inverso. Cada impulso cuantificado corresponde a una rotación incremental de la rueda de medida 135.

15 El circuito 186, es utilizado de forma clásica, asociado con los captadores de rotación fotoeléctricos. Son elaborados impulsos en la salida 187, para todos los frentes ascendentes de la señal S184, que coinciden con valores "cero" de la señal S185, y para todos los frentes descendentes de la señal S184, que coinciden con valores "uno" de la señal S185. A la inversa, para todos los frentes ascendentes y descendentes de la señal S184, que coinciden, respectivamente, con los valores "uno" y "cero" de la señal S185, son producidos impulsos en la salida 188. Son elaborados impulsos del mismo modo, para los frentes ascendentes y descendentes de la señal S185.

25 En una segunda cadena de medida, idéntica a la primera, las señales de salida del codificador 187 son aplicadas a circuitos de amplificación y de puesta en forma 190 y 191, luego a un circuito lógico de sentido 192,

1 que elabora impulsos cuantificados en una salida 193, en
el sentido ascendente, y en una salida 194 en el sentido
descendente del cable 14. Cada impulso cuantificado es
5 representativo de una rotación incremental de la rueda de
medida 140. Las cuatro salidas 187, 188, 193 y 194 están
enlazadas, respectivamente, a cuatro memorias elementales
195, 196, 197 y 198, interrogadas secuencialmente por un
circuito de cadencia 201. Las cuatro memorias y el cir-
10 cuito de cadencia tienen la misión de distanciar en el
tiempo, impulsos susceptibles de aparecer simultáneamente
en las salidas 187, 188, 193 y 194. Cada impulso es guar-
dado provisionalmente en una memoria elemental, hasta que
ésta última sea interrogada por el circuito de cadencia
201. Las interrogaciones del circuito de cadencia son
15 efectuadas a una frecuencia superior a la frecuencia má-
xima de los impulsos susceptibles de proceder de los cir-
cuitos lógicos 186 y 192. Los impulsos que salen de las
memorias 195 a 198 quedan, de este modo, siempre distan-
ciados en el tiempo.

20 Los impulsos procedentes de las memorias
195 y 198 son aplicados a cuatro puertas Y 206, 207, 208
y 209 que son transitables en funcionamiento normal y cu-
ya finalidad se explicará más adelante. Las salidas de
las puertas Y 206 y 208 están enlazadas a una puerta O
25 211, que establece la suma de los impulsos procedentes de
los dos codificadores 136 y 137 para los movimientos as-
cendentes del cable. Las salidas de las puertas Y 207
y 209 están enlazadas a una puerta O 212, que establece la
suma de los impulsos procedentes de los dos codificadores
30 para los movimientos descendentes del cable. Las salidas

1 de las puertas 211 y 212 están enlazadas a un divisor bi-
direccional 213, que tiene dos salidas 214 y 215. El di-
visor bidireccional 213, se comporta esencialmente como
dos divisores por dos, enlazados uno entre la puerta 0 211
5 y la salida 214, y el otro entre la puerta 0 212 y la sa-
lida 215. El divisor 213 produce, además, el efecto de
suprimir dos impulsos sucesivos que llegan, uno, de la
puerta 211, y el otro, de la puerta 212. La salida 214
está enlazada por una puerta Y 216 transitable en funcio-
10 namiento normal, luego por una puerta 217, a una primera
salida 218 de los circuitos de tratamiento. La salida 215
está enlazada por una puerta Y 220 transitable en funcio-
namiento normal, y luego por una puerta 0 221, a una se-
gunda salida 222 de los circuitos de tratamiento. En la
15 salida 218 se obtiene, de este modo, la semi-suma, es de-
cir el promedio de los impulsos "ascendentes" procedentes
de los codificadores 136 y 137. La salida 222 corresponde
del mismo modo, al promedio de los desplazamientos descen-
dentes del cable 14, medidos por las dos ruedas 135 y 140.

20 En caso de fallo de una cadena de medida,
y especialmente de un codificador, estos circuitos de tra-
tamiento de la figura 5 están adaptados para funcionar,
utilizando solamente la cadena de medida restante. El fa-
llo de una cadena de medida procede, en la mayor parte de
25 los casos, de un deslizamiento de una rueda de medida, o
de una avería de un codificador, o de una conexión defec-
tuosa entre un codificador y los circuitos de tratamiento.
Tales averías se traducen por una longitud medida demasia-
do pequeña en la cadena deteriorada. Los circuitos de tra-
30 tamiento tienen, por consiguiente, la función de determinar

1 la desviación relativa entre las longitudes medidas por
las dos cadenas, reconocer la cadena de medida que indica
el desplazamiento más rápido, y bloquear los impulsos pro-
cedentes de la otra cadena. Las salidas de las memorias
5 195 y 198 están enlazadas a una puerta 0 225, y las sali-
das de las memorias 196 y 197 están enlazadas a una puerta
0 226. Las salidas de las puertas 0 225 y 226 están en-
lazadas, respectivamente, a los bornes de recuento y des-
cuento de un contador-descontador 227, que tiene un borne
10 de mando 228, adaptado para reponer el contador en su va-
lor medio. El contador-descontador 227 tiene, por ejem-
plo, 16 estados, y un impulso aplicado en el borne 228,
lo que repone en el estado 7.

15 Como se observará a continuación, el im-
pulso de reposición en el estado 7 es aplicado al conta-
dor-descontador, cada vez que una longitud de cable prede-
terminada, ha pasado frente a las ruedas de medida. El
contador-descontador tiene, de modo clásico, una salida
de retención positiva 230, y una salida de retención nega-
20 tiva 231, en las que aparecen señales respectivas, cuando
el contador rebasa hacia arriba (paso del estado 15 al es-
tado 0) o hacia abajo (paso del estado 0 al estado 15).
El estado del contador-descontador 227 representa, por
consiguiente, la desviación relativa de las longitudes me-
25 didas por las cadenas de medida asociadas, respetivamente,
a los codificadores 136 y 137. Cuando esta desviación re-
lativa excede de un umbral predeterminado, igual en este
caso a 0,8%, como se verá más adelante, aparece una señal
en uno de los bornes 230 y 231.

30 El borne 230 y la salida de la memoria 195

1 están enlazadas a una puerta Y 232. El borne 231 y la salida de la memoria 196 están enlazados a una puerta Y 233. El borne 230 y la salida de la memoria 198 están enlazados a una puerta Y 234. Finalmente, el borne 231 y la salida de la memoria 197 están enlazados a una puerta Y 235. Las 5 puertas Y 232 y 233 están enlazadas a una puerta O 236, y las puertas Y 234 y 235 están enlazadas a una puerta O 237. El conjunto de las puertas 232 a 237 tiene por misión reconocer la cadena de medida que indica una rotación más rápida de una de las ruedas. En efecto, aparece un impulso en la salida de la puerta 236, cuando el impulso, que ha hecho rebosar al contador-descontador 227, proviene del codificador 136. Este impulso coloca en estado activo una báscula 240, cuya salida \bar{Q} bloquea las 15 puertas Y 208 y 209, es decir, los impulsos procedentes del codificador 137. A la inversa, si el impulso que ha hecho rebosar al contador-descontador 227 procede del codificador 137, aparece un impulso en la salida de la puerta O 237, y coloca en estado activo una báscula 241, cuya 20 salida \bar{Q} bloquea las puertas 206 y 207, es decir, los impulsos procedentes del codificador 136.

Una vez bloqueados los impulsos procedentes de la cadena de medida que falla, es necesario también cortocircuitar el divisor por dos 213. Las salidas Q de las básculas 240 y 241 están enlazadas a una puerta 25 O 242. Cuando una de estas básculas se encuentra en estado activo, una señal "uno" aparece en la salida de la puerta O 242, y hace transitables las puertas Y 243 y 244, bloqueando simultáneamente, por mediación de un inversor 245, 30 las puertas Y 216 y 220. El divisor por dos 213 queda,

1 de este modo, cortocircuitado. Los impulsos procedentes
de la cadena de medida intacta son, por consiguiente, apli-
cados directamente a las salidas 218 y 222. Las salidas
de las puertas 0 217 y 221 son aplicadas, sucesivamente,
5 a tres divisores por diez 246, 247 y 248, que realizan,
por lo tanto, en total, una división por mil.

Las salidas del divisor 248 están enla-
zadas a una puerta 0 250 y luego, por mediación de otra
puerta 0 251, al borne de mando 228 del contador-descon-
10 tador 227. La puerta 0 251 recibe, asimismo, una señal
procedente de un mando manual, el cual es también aplicado
a los bornes de mando de estado pasivo de las básculas 240
y 241. Dos lámparas indicadoras 252 y 253, enlazadas a
las salidas Q de las básculas 240 y 241, indican, respec-
15 tivamente, fallos en la cadena de medida del codificador
137 y en la del codificador 136.

El mando manual permite volver a poner en
funcionamiento las dos cadenas de medida, ya sea al co-
mienzo de las medidas, ya en caso de un fallo temporal de
20 una de las dos cadenas. En el ejemplo anteriormente des-
crito, una sola cadena de medida es utilizada, cuando las
longitudes de cable medidas por las dos cadenas difieren,
aproximadamente, 0,8% (8 impulsos/1000).

Los circuitos de tratamiento comprenden
25 también circuitos de corrección de calibración 255, cuyas
funciones consisten en realizar una multiplicación por un
coeficiente de corrección C. Este coeficiente de corrección
está determinado por un contraste del dispositivo de de-
tección, por ejemplo, sobre un bucle de cable de longitud
30 conocida. En estos circuitos de corrección 255, se intro-

1 duce un número N igual a $(C-1)10^5$. Las salidas 218 (-i) y
222 (+i) están enlazados a un divisor por cien bidireccio-
222 (+i) están enlazados a un divisor por cien bidireccio-
nal 256, similar al divisor 213, que emite en sus salidas
un impulso $\pm I$ sobre cien impulsos i recibidos. Cada im-
5 pulso de salida $\pm I$ del divisor 256, provoca la introduc-
ción del número N , materializado por una serie de dígitos,
en un contador-descontador 257 de tres décadas. El conta-
dor-descontador 257, debido al simple hecho de que no se
encuentra en el estado cero, recibe entonces por descuen-
10 to, del circuito de cadencia 201, impulsos de reloj H , de
frecuencia relativamente elevada, que lo vuelven a llevar
a cero. Según el signo del impulso $\pm I$ de salida del con-
tador-descontador 257, los impulsos de reloj en número N son
transmisor por recuento o por descuento un divisor por
15 mil bidireccional 258. Los impulsos de las salidas del di-
visor 258 son sincronizados por una señal S , suministrada
por el circuito de cadencia 201, de tal modo que nunca coin-
cida con los impulsos $\pm i$. En las dos salidas del divisor
258 aparecen, por consiguiente, impulsos $\pm i_s = \pm i \cdot N \cdot 10^{-5}$.
20 Estos impulsos $\pm i_s$ y los impulsos $\pm i$ son aplicados según
su signo en las entradas de dos puertas 0 260 y 261. La co-
rrección así realizada en la salida de las puertas 0 260 y
261 es una multiplicación por un factor $C = (1 + N \cdot 10^{-5})$. La
introducción de un número N negativo, produce el efecto de
25 hacer cambiar el signo de las salidas $\pm i_s$, es decir, de apli-
car en la puerta 260 los impulsos $- i_s$ y en la puerta 261
los impulsos $+ i_s$.

En resumen, el dispositivo de detección
proporciona una medida precisa del desplazamiento del ca-
30 ble en superficie, bajo la forma de dos series de impulsos
que aparecen en las salidas 218 y 222. La calidad de

1 esta medida se debe, principalmente, a la configuración
adoptada de dos ruedas tangenciales, apoyadas sobre los
lados del cable, por fuerzas iguales opuestas, que tienen
una misma dirección perpendicular al cable. El cálculo
5 del promedio de las dos medidas permite compensar errores,
que aparecen en sentido opuesto sobre las dos ruedas de
medida, siendo debidos estos errores, por ejemplo, a cur-
vaturas temporales del cable en el plano horizontal o a
una inclinación lateral del dispositivo de detección. Fi-
10 nalmente, en caso de fallo de ciertos órganos del dispositi-
vo, se han previsto diversos seguros. El fallo de una
rueda de medida, de uno de los codificadores o de una par-
te de los circuitos, provoca automáticamente la transferen-
cia de la medida a la cadena de medida intacta. En caso
15 de fallo simultáneo de las dos cadenas de medida, es toda-
vía posible utilizar la transmisión mecánica, procedente
del conjunto de guiado 41. Finalmente, el dispositivo
permite leer, borrar, e inscribir marcas magnéticas sobre
el cable 14. El dispositivo anteriormente descrito puede,
20 evidentemente, ser objeto de numerosas variantes, permane-
ciendo dentro del marco de la invención.

Según la figura 6, una herramienta de
diagrafía 310 es descendida en una perforación 312 por me-
dio de un cable 314, y la distancia entre el cero de la he-
25 rramiento y la superficie del suelo 311, es la profundida
real Lt. Este cable 314 pasa sobre una polea 316, soli-
daria de un dispositivo de medida de tensión 318, y a con-
tinuación sobre una polea de retorno 320, antes de enrollar-
se sobre un tambor (no representado). Una rueda tangencial,
30 apoyada sobre una sección rectilínea del cable 314, se halla

1 asociada a un codificador fotoeléctrico 324, adaptado pa-
ra originar dos trenes de impulsos distanciados entre sí
en un cuarto de período, y cada impulso de un tren está
cuantificado y corresponde a un incremento de longitud de
5 lmm. (por ejemplo).

Los dos trenes de impulsos emitidos por
el dispositivo 324 son, respectivamente, aplicados por
dos enlaces 326 - 328 a una lógica de sentido sincroni-
zada 330, adaptada para emitir sobre una, a la vez, de
10 sus dos salidas (+) y (-), en sincronismo con las seña-
les S_1 , suministradas por un circuito de sincronización
321, una serie de impulsos cuantificados de medida de
longitud bruta, representativas de los incrementos δl_m
positivos o negativos de la profundidad de la herramien-
ta 310 en el pozo 312, tal como es medida por la rueda
15 322, apoyada sobre el cable 14.

Las dos series de impulsos cuantifica-
dos de medida de longitud bruta $\pm \delta l_m$, son aplicadas
respectivamente en las dos entradas de un circuito de
20 cálculo de corrección de calibración 336, cuyas funcio-
nes son realizar una multiplicación por un número y una
adición. Por otra parte, un circuito de introducción
de parámetro 338 de mando manual, suministra al circuito
336 una señal numérica permanente, representativa del
25 coeficiente de corrección C_R (expresado, por ejemplo, en
 10^{-5}) de la rueda de medida 322, dándose este coeficien-
te en función de la temperatura ambiente y del desgaste
de la rueda, por ejemplo. Varias formas de realizaciones
pueden otorgarse al circuito multiplicador, comprendido
30 en el circuito de cálculo 336. A título de ejemplo, com-

1 prenderá, según la figura 7, un circuito contador-descon-
tador 323 de dos décadas, que recibe en sus dos entradas
dos series de impulsos $\pm i$, y emite en sus dos salidas,
un impulso $\pm I$ para 100 impulsos i recibidos. Cada uno
5 de estos impulsos $\pm I$ provoca la introducción de dos nú-
meros N_1 y N_2 , materializados por una serie de dígitos,
en las etapas de un primer 325 y de un segundo 327, con-
tador-descontador de tres décadas, respectivamente. El
primer 325 de estos contadores-descontadores, debido al
10 simple hecho de que no está en estado cero, recibe enton-
ces por descuento del circuito de sincronización 321,
impulsos de reloj H, de frecuencia relativamente elevada,
que lo vuelven a llevar a cero. A partir de este instan-
te, el contador 327 recibe del mismo modo que 325, estos
15 mismos impulsos de descuento H. Según el signo del im-
pulso de disparo $\pm I$, éstos impulsos de reloj en número
 N_1 y N_2 son transmitidos, los primeros por recuento,
los segundos por descuento (o a la inversa) a otro con-
tador-descontador 329 de tres décadas, cuyas salidas es-
20 tán sincronizadas por una señal S_2 , suministrada por el
circuito 321. En las dos salidas del circuito 329 apa-
recen, por consiguiente, impulsos que satisfacen la ley
 $i_s = \pm i (N_1 - N_2) \cdot 10^{-5}$. Estos impulsos $\pm i_s$ y los im-
pulsos de entrada $\pm i$ son aplicados según su signo, en
25 las entradas de dos puertas 0 de adición 331 y 333. Los
enlaces 335-337, entre las entradas del circuito 336 y
las puertas 0 331 - 333 son externos al circuito, de
tal modo que, si se desea, es posible establecerlos
o suprimirlos.

30

En el caso del circuito de cálculo de

1 corrección de calibración 336, el número N_2 es nulo, y
los enlaces 335-337 son establecidos. De este modo, se
obtienen en la salida, dos series de impulsos cuantifica-
dos de medida de longitud bruta corregida $\pm \sigma l_{mc} = \pm \sigma l_m$
5 $(1 + C_R)$. Se observará que las señales de entrada $\pm \sigma l_m$
del circuito de cálculo 336, son sincronizadas por una se-
ñal S_1 , y los impulsos de corrección producidos por el
contador-descontador 320, sincronizados por una señal S_2 ,
siendo suministradas estas dos señales S_1 y S_2 por el cir-
10 cuito de sincronización 321. En estas condiciones, los
impulsos de corrección, así producidos, no pueden coinci-
dir nunca con los impulsos de entrada, lo que permite su-
marlos sin error.

Las dos series de impulsos cuantifica-
15 dos de medida de longitud bruta corregida $\pm \sigma l_{mc}$, emiti-
das respectivamente en las dos salidas del primer circuito
de cálculo 336, son aplicadas en las dos entradas corres-
pondientes de un circuito de cálculo 340 de corrección de
tensión de referencia, idéntico al circuito de cálculo 336.
20 El circuito de cálculo 340 recibe, por otra parte, en sus
dos entradas numéricas (N_1 y N_2 del circuito de la fi-
gura 7) dos señales numéricas permanentes $E.T_S$ y $E.T_R$,
expresadas en 10^{-5} , con tres cifras significativas. La
primera de estas señales ($E.T_S$) es suministrada a través
25 de un enlace múltiple 341, por un convertidor analógico-
numérico 342, del tipo de funcionamiento continuo, al que
son aplicadas la señal analógica, suministrada por el dis-
positivo de medida de tensión 318 y, por un mando manual,
el coeficiente de elasticidad E del cable utilizado. La
30 segunda de estas señales numéricas ($E.T_R$), es suministra-

1 da a través de un enlace múltiple 343, por un segundo
convertidor analógico-numérico 344, idéntico a 342, que
comprende dos entradas, que permiten introducir respec-
tivamente el coeficiente E de elasticidad del cable
5 (mando manual), y la tensión T_R de referencia del cable
(mando manual o automático). El circuito de cálculo 340,
efectúa, en primer lugar, la multiplicación de la señal
numérica de corrección de tensión $C_T = E T_S - E T_B$ por los
impulsos $\pm \delta l_{mc}$, y así suministra impulsos cuantificados
10 de corrección de longitud de referencia de uno u otro
signo, cada vez que el producto $\pm \delta l_{mc} \cdot C_T$ iguale a un
incremento de longitud. Estos impulsos son, a continua-
ción, añadidos, en función de su signo, a una u otra de
dos series de impulsos de entrada $\pm \delta l_{mc}$, para propor-
15 cionar respectivamente, en las dos salidas del circuito
de cálculo 340, dos series de impulsos cuantificados de
medida de longitud de referencia $\pm \delta l_R = \pm \delta l_{mc}$
(1 + C_T).

20 Las dos salidas del circuito de cálculo
340 están enlazadas a las entradas de un circuito con-
tador de intervalos de referencia 346, adaptados para
emitir un impulso de referencia, para cada grupo de im-
pulsos cuantificados de medida de longitud de referencia,
que corresponde a un intervalo unitario de referencia.
25 En el caso de que un impulso cuantificado de medida co-
rresponda a un incremento de longitud de 1 mm, y un
intervalo unitario de referencia a 100 mm., el grupo de
impulsos citado es de 10^5 . Los impulsos de referencia
producidos por el contador 346 son aplicados a un circui-
30 to de mando de marcado 348, al que está asociado un cir-

1 cuito magnético 350, dispuesto en la proximidad de una
sección de cable 314, no lejos de la rueda de medida 322.
El circuito sumador 346 comprende, por otra parte, un
mando manual C, destinado a mandar por una línea 345,
5 la aplicación de un impulso de marcado al circuito 348.

Las dos salidas del circuito de cálculo
340 están, además, enlazadas a las dos entradas de un
tercer circuito de cálculo 352. Este tercer circuito
de cálculo 352 es, de nuevo, idéntico al circuito 336.
10 Recibe de un circuito de cálculo de coeficiente de co-
rrección de deslizamiento 354, que se describirá más
detalladamente a continuación, una señal numérica per-
manente C_G , expresada en 10^{-15} (señal N_1 ó N_2 del cir-
cuito de la figura 7 según el signo de C_G), y emite en
15 sus dos salidas, dos series de impulsos cuantificados
de medida de longitud de referencia corregida en des-
lizamiento $\pm \sigma l_{RC} = \pm \sigma l_R (1 + C_G)$. Estas dos series
de impulsos cuantificados $\pm \sigma l_{RC}$ son aplicadas en las
dos entradas (+) y (-) de un sumador 356, que suministra,
20 de este modo, permanentemente, una señal numérica repre-
sentativa de la longitud de referencia L_R del cable desen-
rollado en el pozo.

Los dígitos de peso inferior L_{RI} de
esta señal numérica L_R , expresan en milímetros (cinco
25 cifras significativas), cualquier longitud inferior al
intervalo unitario de referencia escogido (100 m.). A
través de un enlace múltiple 351, estos dígitos L_{RI} son
transferidos al circuito de cálculo de coeficiente de
corrección de deslizamiento 354, presentado anteriormen-
30 te. Este circuito 354 comprende, por otra parte, una

1 memoria 353, prevista para almacenar, en milímetros, la
distancia de referencia entre el cero de la herramienta
y la primera marca magnética del cable. Un enlace 361,
entre el circuito de detección de marca 360-362, y el
5 circuito de cálculo 354, transmite a un circuito de agu-
ja 355, comprendido en el circuito de cálculo 354, los
impulsos de detección de marca. Este circuito de aguja
355 está adaptado, en el momento de su primer funciona-
miento, bajo la acción del impulso de detección de la
10 primera marca del cable, para permitir la transferencia
a la memoria 353, de los dígitos que expresan, en milí-
metros, la longitud de referencia L_R en ese instante. A
consecuencia de dicha transferencia, el circuito de agu-
ja 355 bascula y queda adaptado, bajo la acción de los
15 impulsos de detección de marca que siguen, a transferir
a un contador-descontador 357, los dígitos de peso in-
ferior L_{RI} , que aparecen en ese instante en el enlace
múltiple 351. La diferencia algebraica entre los números
contenidos en la memoria 353, y el contador-descontador
20 357, es entonces presentada bajo la acción de los impul-
sos de reloj H, que llevan al número contenido en 357
a igualar al contenido en 353. Esta diferencia es al-
macenada en otro contador-descontador 363. Como el in-
tervalo de referencia es igual a 100 metros, el número
25 en el contador 363 expresa en 10^{-5} el coeficiente de
corrección C_G de deslizamiento de la rueda. Según el
signo de este coeficiente, estos dígitos constituyen
los números N_1 ó N_2 de entrada del circuito de la figu-
ra 7, aplicados por el enlace múltiple 365 al circuito
30 de cálculo 352. Este coeficiente C_G de corrección de

1 deslizamiento, es puesto en memoria en el contador-descontador 363, hasta la detección de la marca magnética siguiente.

5 Por otra parte, este coeficiente C_G de corrección de deslizamiento, es aplicado a un circuito de alarma 346, adaptado para producir una señal luminosa, cuando el valor del citado coeficiente excede de un umbral determinado (1%, por ejemplo).

10 Las dos series de impulsos cuantificados de medida de referencia corregidos en deslizamiento $\pm \sigma^1_{RC}$, son aplicadas a un circuito de cálculo 366 de primera corrección de alargamiento (idéntica nuevamente al circuito 336, según la figura 7). Este circulo de cálculo 366 recibe, a través de un enlace múltiple 367, una señal
15 numérica N_1 , representativa de $E.T_M = E.(T_S + T_B)/2$, y una señal numérica N_2 , que procede del circuito 344, a través de un enlace múltiple 343', y representativa de ET_R . La señal ET_M es suministrada por un convertidor analógico-númeroico 368, idéntico a 342 y 344, en el que son aplicadas,
20 la señal analógica de tensión de superficie T_S , la señal analógica de tensión de fondo T_B , originada por un captador 370, dispuesto en el extremo inferior del cable 314 (enlace 371), y una señal proporcional al coeficiente E de elasticidad del cable. En el caso de que la herramienta
25 310 no comprenda captador de tensión de fondo, una señal T_B constante, representativa del peso de la herramienta en el fluido contenido en el pozo de sondeo, será manualmente introducida en el convertidor 368, al comienzo de las operaciones. En estas condiciones, el circuito de cálculo
30 366, origina dos series de impulsos cuantificados de pri-

1 mera corrección de alargamiento del cable $\pm \sigma l_{A1}$, cada
 vez que el término $\sum \sigma l_{RC}$ iguale a un incremento de
 longitud (con $T = T_M - T_R$). Siendo el término E el alar-
 5 gamiento relativo del cable por unidad de tensión aplicada,
 E.T. es un número sin dimensión, cuyo valor es siempre in-
 ferior a 10^{-2} , para los diferentes cables de diagrafía
 disponibles en el mercado, es decir, para los valores má-
 ximos posibles de E y de T. En esas condiciones, al me-
 nos cien impulsos cuantificados de longitud de referen-
 10 cia $\pm \sigma l_{RC}$, son necesarios para originar un impulso
 cuantificado de primera corrección de alargamiento $\pm \sigma l_{A1}$.

Los dígitos de peso superior L_{RS} de la
 señal numérica L_R , originada por el sumador de longitud
 de referencia 356 (centenas de metros), son aplicados a
 15 través de un enlace múltiple 369, como señal numérica de
 entrada (N_1) en un circuito de cálculo de segunda correc-
 ción de alargamiento 372, idéntico nuevamente al circuito
 336, que recibe en sus dos entradas, dos series de impul-
 sos cuantificados de alargamiento relativo diferencial \pm
 20 E. σT , producidas por dos circuitos de adición 0373 y
 375, que reciben en sus dos entradas, los impulsos cuan-
 tificados $\pm E. \sigma T_M$ y $\pm E. \sigma T_R$ de alargamiento relativo
 medio y de referencia, respectivamente, producidos por la
 etapa de salida de menor peso de los convertidores analó-
 25 gicos-numéricos 368 y 344. En estas condiciones, el cir-
 cuito de cálculo 372, emite dos series de impulsos cuanti-
 ficados de segunda corrección de alargamiento del cable
 $\pm \sigma l_{A2}$, cada vez que el término $\sum \sigma T.E.L_R$ iguala
 un incremento de longitud. El factor E. σT citado es un
 30 número sin dimensión, que define el incremento de alar-

1 gamiento relativo del cable. En la realización según la
invención, este factor ha sido considerado igual a $2,5 \cdot 10^{-6}$.
En estas condiciones, para cada sección de 400 metros de
largo (o sea $4 \cdot 10^5$ incrementos), comprendido en la longi-
5 tud de cable medida, cada incremento de alargamiento re-
lativo del cable, provocará la producción de un impulso
cuantificado $\pm \delta l_{A2}$ de segunda corrección de alargamien-
to y, para una sección de 100 m. de largo, serán necesarios
cuatro de estos incrementos de alargamiento relativo, para
10 producir el mismo impulso cuantificado.

Las series de impulsos cuantificados
 $\pm \delta l_{RC}$, $\pm \delta l_{A1}$ y $\pm \delta l_{A2}$ son aplicadas en función de
su signo, en las entradas de dos circuitos 0 de adición
374 y 376 respectivamente, en las salidas de los cuales
15 aparecen impulsos cuantificados de profundidad real, re-
presentativos de los desplazamientos unitarios reales de
la herramienta $\pm \delta l_t$. Además, dos series de impulsos
cuantificados de corrección de decalage de uno y otro
sentido, pueden ser originadas por un circuito generador
20 358, sincronizado por una señal S_n , suministrada por el
circuito 321, que comprende dos botones de mando manual
(+) y (-). Estos impulsos de decalage de profundidad son
aplicados en función de su signo, en las entradas de los
dos circuitos de adición 374 y 376. Las dos series de
25 impulsos $\pm l_t$, son aplicadas en las entradas de contado
y de descontado de un sumador de profundidad real 378 que,
en consecuencia, emite en la salida una señal numérica per-
manente, representativa de la profundidad real L_t de la
herramienta en el pozo. Este valor L_t es publicado en un
30 dispositivo indicador 380.

1 Las dos series de impulsos cuantifica-
dos de profundidad real $\pm \int l_t$ son, por otra parte, apli-
cadas en las entradas de un contador-descontador de compa-
ración 382, que recibe, en oposición con los anteriores,
5 dos series de impulsos cuantificados de profundidad reco-
piada $\pm \int l_r$, transmitidas por dos enlaces 381-383, y pro-
ducidas por un dispositivo repetidor de avance angular 384
(comprendiendo, por ejemplo, un codificador y una lógica,
de sentidos idénticos al codificador fotoeléctrico 324 y a
10 la Lógica de sentido 330), solidario del árbol 386 de mando
de profundidad del registrador 388. En el registrador, la
rotación del árbol 386 es transmitida a dos elementos : un
tambor 390 de arrastre de la película a través de un embra-
gue de mando manual 389, un tambor soporte 392 de las ins-
15 cripciones de profundidad a consignar en la película, un
contador de profundidad 394, que indica para el operario
el valor introducido en el registrador 388, se halla ade-
más montado sobre el árbol 386. En cuanto a las señales
de diagrafía, transmitidas en superficie por el cable 314
20 son, después del paso por una unidad de tratamiento 396,
aplicadas al grupo de galvanómetros inscriptores 398 del
registrador 388. La señal numérica, constantemente sumi-
nistrada por el contador-descontador de comparación 382, es
representativa de la diferencia entre las profundidades
25 real l_t y recopiada l_r de la herramienta, y la capacidad
de este contador-descontador corresponde a la profundidad
máxima de un pozo (10.000 m). Esta señal de salida es
aplicada en la entrada de un convertidor numérico-analógico
400, que comprende un filtro de paso bajo. La señal, así
30 proporcionada por el convertidor 400 es, en consecuencia,

1 una tensión continua de polaridad constante, representa-
tiva del valor absoluto del error de recopia del contador
de profundidad 394. El sentido de este error es sumi-
nistrado en forma de una señal binaria, elaborada por el
5 contador-descontador 382. La amplitud y la señal de sen-
tido S de este error de recopia son aplicados a un cir-
cuito amplificador y de puesta en forma 402, adaptado
para emitir una señal continua de amplitud constante (10
V. por ejemplo), para un error negativo de recopia supe-
rior a 15 cm, luego una señal decreciente linealmente con
10 este error hasta un valor nulo, a continuación una señal
nula para un error positivo de recopia comprendido entre
0 y 2,5 cm, luego nuevamente una señal creciente lineal-
mente con el error de recopia desde 2,5 hasta 17,5 y, fi-
nalmente, una señal de amplitud constante (10 V. nueva-
mente), para un error positivo de recopia superior a 17,5
15 cm. La señal de salida del circuito amplificador y de
puesta en forma 402 es aplicada al borne de mando de un
oscilador de frecuencia variable 404, adaptado para ori-
ginar una frecuencia que varía de 0 a 1500 Hz, en función
20 de la amplitud de la señal de mando. La señal de salida
del oscilador 404 y la señal binaria de sentido de error
(línea 401), son aplicadas en las entradas de un doble
circuito amplificador de mando 406, adaptado para suminis-
trar, respectivamente, a los dos grupos de devanado de un
25 motor paso a paso 408, de doble sentido de rotación, dos
grupos de corrientes pulsados, de amplitud constante, cu-
ya frecuencia y la fase están determinadas por las dos
señales de entrada. El motor 408 está acoplado al árbol
30 386 citado.

1 Es sabido que las operaciones de dia-
grafía en una perforación dada son efectuadas a profun-
didades cada vez mayores, en el curso de intervenciones
sucesivas, separadas por intervalos de tiempo, que puen-
5 den alcanzar varias semanas o varios meses. En estas
condiciones, es indispensable poder hacer coincidir con
precisión los registros sucesivos así realizados. A con-
tinuación, es deseable que las secciones de perforación,
que han sido objeto de diagrafías en el curso de operacio-
10 nes anteriores, y que, a continuación han sido entubadas,
puedan ser atravesadas en el descenso y en la nueva su-
bida a velocidades lo más grandes posibles, de tal modo
que la duración total de la operación no se prolongue
inútilmente. Por otra parte, es sabido que el tambor-
15 soporte de las inscripciones de profundidad 392 es un
órgano mecánico frágil, cuya velocidad de rotación se
limita a un valor bastante poco elevado, que correspon-
de, por ejemplo, a una velocidad de desplazamiento de
la herramienta del orden de 2 m/seg.

20 Cuando se debe proceder a un descenso
de una herramienta en un pozo por medio de un cable, la
primera operación que debe realizarse es la puesta a cero
de todos los contadores-descontadores del conjunto de
cálculo citado, en el momento en que el cero de medida de
25 la herramienta 310 se encuentra al nivel del cero de su-
perficie 311. Un mando manual general no representado
permite proceder a esta operación. Cuando la herramien-
ta comienza a descender en el pozo, los dos trenes de im-
pulsos suministrados por el codificador fotoeléctrico
30 324, acoplado a la rueda de medida 322, en apoyo tangen-

1 cial sobre el cable 314, son discriminados en la lógica
de sentido sincronizado 330, y dos series de impulsos de
medida bruta cuantificadas $\pm \sigma^1 l_m$, son producidas en fun-
ción del sentido instantáneo de movimiento del cable,
5 siendo representativo, cada uno de estos impulsos, de un
incremento de longitud (1 mm), bajo la tensión T_s medida
en 318. En el circuito de cálculo sincronizado 336, estas
dos series de impulsos son corregidas en función del coefi-
ciente de calibración C_r (publicado en 338), adecuado a
10 la rueda de medida 322. Se transforman así en $\pm \sigma^1 l_{mc}$.
En el circuito de cálculo sincronizado 340, que recibe del
convertidor analógico-numérico 342 una señal numérica per-
manente representativa de $E.T_s$ y, del convertidor analó-
gico-numérico 344, otra señal numérica permanente, repre-
15 sentativa de $E.T_R$, la operación $(E.T_s - E.T_R)$ es realizada
e impulsos cuantificados representativos de $\pm \sigma^1 l_{mc}$
 $(E.T_s - E.T_R)$ son producidos, que se combinan algebraica-
mente con los impulsos $\pm \sigma^1 l_{mc}$, para proporcionar dos se-
ries de impulsos cuantificados de longitud de referencia
20 $\pm \sigma^1 l_R$. Cuando el cable debe ser marcado en el curso del
descenso, estos impulsos $\pm \sigma^1 l_R$ son aplicados al contador
de intervalo de referencia 346, y el circuito de cálculo
354 es desconectado. En este caso, el operario, en el mo-
mento en el que lo juzga apropiado, provoca la aplicación
25 de la primera marca por una acción manual sobre el mando
de marcado C del contador 346. Esto produce el efecto de
suministrar en la línea 345, un impulso de entrada para el
dispositivo de marcado 348-350, y de volver a poner en cero
el contador 346. En el curso de este descenso, los impul-
30 sos cuantificados de longitud de referencia $\pm \sigma^1 l_R$, son

1 contados en el contador 346 (capacidad 10^5), y cada vez
que éste está lleno es producido un nuevo impulso de mando
de marcado, siendo el intervalo que separa dos marcas 100 m.

5 Si el cable ha sido marcado en el curso
de un descenso anterior o si la herramienta se encuentra
en curso de nueva subida, el enlace entre el circuito
contador 346 del órgano de marcado 348 quedará cortado,
y la salida del circuito de detección de marcas 360, está
10 conectada en la entrada del circuito de cálculo de correc-
ción de deslizamiento 354, el cual se encuentra entonces
en estado activo. Como se ha indicado anteriormente, en
el circuito de cálculo 352, los impulsos cuantificados
de longitud de referencia $\pm \delta l_R$ son corregidos en des-
lizamiento, en función del coeficiente de corrección,
15 elaborado por el circuito de cálculo del coeficiente de
deslizamiento 354. Este circuito 354 recibe los dígitos
 l_{RI} de peso inferior (enlace 351) del número almacenado
por el sumador de profundidad de referencia corregida en
deslizamiento 356, al que son aplicados los impulsos
20 $\pm \delta l_{RC}$. Estos dígitos expresan, con aproximación de cen-
tenas de metros, con cinco cifras significativas (milí-
metros), la distancia que separa el cero de la herramien-
ta de las marcas magnéticas llevadas por el cable. En el
primer impulso emitido por el circuito de detección de
25 marcas 360-362, estos dígitos son transferidos a la memo-
ria 353, gracias a la acción del circuito de aguja 355.
En los impulsos de detección siguientes, estos dígitos
son transferidos al contador-descontador 357, y la dife-
rencia algebraica entre los números almacenados en 353 y
30 357, es establecida a continuación en el contador-desconta-

1 dor 363. En el enlace múltiple 365, aparece en 10^{-5} , el
coeficiente de corrección de deslizamiento C_G , ya que
expresa en milímetros, un deslizamiento referido a 100
5 metros. Este coeficiente C_G , por otra parte, se aplica
al circuito comparador y de alarma 364, que emite una
señal de alarma luminosa, cuando C_G pasa a ser superior
al umbral fijado (1%), lo que permite al operario quedar
avisado de que las condiciones de arrastre de la rueda
de medida, deben ser mejoradas (cable por limpiar, etc...).

10 Los impulsos cuantificados de longitud
de referencia corregidos $\pm \sigma l_{RC}$ son aplicados, por otra
parte, en las entradas de dos circuitos 0 de adición 374
y 376 que, además, reciben los impulsos cuantificados de
corrección de alargamiento $\pm \sigma l_{A1}$ y $\pm \sigma l_{A2}$, suminis-
15 trados por los circuitos de cálculo 366 y 372, respecti-
vamente. En las salidas de estos dos circuitos de adi-
ción 374 y 376, aparecen dos series de impulsos cuantifi-
cados de profundidad real $\pm \sigma l_t$. Estos impulsos $\pm \sigma l_t$
son sumados en 378, y la profundidad real calculada por
20 este circuito 378, es indicada por un dispositivo indi-
cador de profundida real 380. Estos impulsos $\pm \sigma l_t$ son,
además, aplicados por recuento al contador-descontador de
comparación 382, que recibe por descuento impulsos cuan-
tificados de profundidad recopiada, emitidos por el dis-
25 positivo repetidor de avance angular 384, solidario del
tambor-soporte de inscripciones de profundidad 392 y del
contador indicador de profundidad 394. Como el circuito
amplificador y de puesta en forma 402 que, a través del
oscilador de frecuencia variable 404, controla la velo-
30 cidad de avance del motor 408 de arrastre del tambor 394,

1 emite una señal de amplitud limitada (10 V), el tambor
392 avanza a una velocidad siempre inferior a su umbral
de seguridad. Además, gracias al umbral de sensibilidad
(2,5 cm) de la señal de error, puesta en forma en 402,
5 ninguna oscilación parásita aparece en el bucle de reco-
pia. Los impulsos cuantificados de profundidad recopiada
 $\pm \delta l_r$, aplicados al contador-descontador 382, tienen
una frecuencia limitada y, en estas condiciones, el con-
tador-descontador 382, debido a su gran capacidad (10.000
10 $M = 10^7$ impulsos), se comporta como una memoria de error
que, en todo momento, elabora la diferencia entre la pro-
fundidad real $L_t = \sum \delta l_t$ de la herramienta y la profun-
didad recopiada $L_r = \sum \delta l_r$ en el registrador. De ello
resulta que, después de haber desembragado el tambor de
15 enrollamiento de la película 390, por acción sobre el man-
do 389, el operario puede hacer descender o volver a su-
bir la herramienta, en ciertas secciones del pozo, a la
velocidad de avance más elevada que estime conveniente,
sin que tenga que preocuparse en modo alguno de la velo-
20 cidad límite de recopia impuesta al tambor 392 de las
inscripciones de profundidad del registrador. Cuando la
herramienta llega al nivel de una profundidad dada co-
rrespondiente a un accidente notable del pozo (bloqueo
de la tubería o formación que presenta una característi-
25 ca acusada), que ha sido determinado en el curso de una
medida anterior, el operario comprueba que la profundi-
dad indicada en 380, corresponde, efectivamente, a esta
profundidad dada. Si, por razones diversas (cable o rueda
de medida diferente, por ejemplo), no ocurre así, el ope-
30 rario, mediante acción sobre los mandos (+) o (-) del

1 circuito de corrección de distanciamiento 358, aplica im-
pulsos de uno u otro sentido a los circuitos de adición
374 ó 376, lo que produce el efecto de modificar en el
sentido adecuado, las indicaciones del indicador 380 y
5 del contador de profundidad 394.

De lo anterior se deduce que, además
de la introducción de los parámetros E, T_R y T_B llegado
el caso, solamente se exigen al operario dos intervencio-
nes: la puesta a cero de los contadores cuando el cero de
10 la herramienta se encuentra en el cero de superficie y,
llegado el caso, el ajuste de las profundidades en un ni-
vel observable tomado como referencia, en el caso de que
un elemento determinante del sistema de medida ha sido
modificado desde una operación anterior a la que se de-
15 sea referirse.

Todo ello constituye una ventaja con-
siderable respecto a las condiciones pasadas de aplica-
ción impuestas a los operarios de diagrafía, que permite
a estos operarios dedicarse a sus ocupaciones en las me-
20 jores condiciones de comodidad: la profundidad real de
la herramienta es calculada en todo momento, y en el regis-
trador, la recopia de esta profundidad real, tanto en des-
censo como en nueva subida, se efectúa automáticamente a
la velocidad máxima autorizada y, además, prosigue hasta
25 que los números de incrementos de profundidad real $\sum \delta l_t$
y recopiada $\sum \delta l_r$ sean iguales. A esto hay que aña-
dir, evidentemente, que las profundidades reales así re-
copiadas se superponen con una aproximación de 2,5 cm (la
anchura del ámbito de insensibilidad del bucle de recopia)
30 a las profundidades de los diversos registro de diagrafías,

1 efectuados por medio del mismo cable en el curso de des-
censos anteriores. Esta característica procede de la co-
rrección de deslizamiento calculada y realizada por los cir-
citos 354 y 352, que tiene por efecto relacionar cual-
5 quier nueva medida de profundidad con las marcas magné-
ticas aplicadas en el curso de un descenso anterior,
tomado como referencia. Además, gracias al circuito
de alarma 364, el operario queda inmediatamente infor-
mado de cualquier funcionamiento defectuoso accidental
10 de la rueda de medida 32 y, debido a ello, puede inter-
venir cuanto antes. Dicha repetibilidad permite, prin-
cipalmente, suprimir cualquier intervención del operario
en relación con las correcciones de profundidad. En
cuanto a la precisión absoluta de las medidas, queda
15 determinada por la cualidades de la rueda de medida 322,
en el curso del descenso del cable durante el cual ha
sido efectuada la operación de marcado. Entre estas cua-
lidades, hay que hacer observar la gran estabilidad di-
mensional de la rueda, y el pequeño valor de su desliza-
20 miento relativo sobre el cable.

25 REIVINDICACIONES

30 Los puntos de invención propia y nueva, que

1 se presentan para que sean objeto de esta solicitud de Pa-
 tente de Invención en España, por VEINTE años, son los que
 se recogen en las reivindicaciones siguientes:

5 1ª.- Dispositivo de detección de los desplazamien-
 tos de un cable, caracterizado porque comprende: un basti-
 dor destinado a ser suspendido para poder ser desplazado
 horizontal y verticalmente; medios de guiado fijados sobre
 el bastidor para mantener dicho bastidor a lo largo del ca-
 10 ble; dos carros montados de forma deslizante sobre el bas-
 tidor a una y otra parte del cable para desplazarse en di-
 rección sensiblemente perpendicular a dicho cable; primera
 y segunda ruedas montadas de forma giratoria respectivamen-
 te sobre dichos carros para venir a establecer contacto
 tangencial con los lados del cable cuando los carros son
 15 aproximados uno a otro; medios elásticos entre dichos ca-
 rros para solicitar dichos carros uno hacia otro a fin de
 apretar el cable entre dichas ruedas, permitiendo al pro-
 pio tiempo al conjunto formado por los dos carros ser des-
 plazado lateralmente con relación al bastidor; y un primero
 20 y un segundo codificador montados sobre dichos carros y
 unidos respectivamente a dichas ruedas primera y segunda para
 elaborar primeras y segundas señales eléctricas de medida
 representativas de los desplazamientos angulares respecti-
 vos de dichas ruedas primera y segunda.

25 2ª.- Dispositivo de detección según la reivindica-
 ción 1ª, caracterizado porque los citados carros están mon-
 tados deslizantes sobre dos tubos transversales fijados al
 citado bastidor, teniendo cada uno de los citados carros so-
 bre cada uno de los citados tubos transversales, dos puntos
 30 de apoyo espaciados para hacer indeformable el conjunto

1 - constituido por estos dos tubos, después del montaje de los citados carros sobre los tubos, y no exigir una inmovilización rígida de cada uno de los citados tubos sobre el bastidor.

5 3ª.- Dispositivo de detección según una de las reivindicaciones 1ª y 2ª, caracterizado porque los citados medios de guiado comprenden dos conjuntos de guiado dispuestos sobre el cable, respectivamente aguas arriba y aguas abajo de las citadas ruedas.

10 4ª.- Dispositivo de detección según la reivindicación 3ª, caracterizado porque cada uno de los citados conjuntos de guiado comprende: una rueda de guiado, montada giratoria sobre el bastidor, y adaptada para entrar en contacto sobre el citado cable; un rodillo prensor, montado sobre el bastidor, para poder apartarse de la rueda de guiado, teniendo el citado rodillo una garganta periférica adaptada para recibir el citado cable; y medios elásticos para solicitar el rodillo prensor contra la citada rueda de guiado, y apretar el citado cable entre la citada rueda y la garganta periférica del citado rodillo.

15 5ª.- Dispositivo de detección según la reivindicación 4ª, caracterizado porque comprende una transmisión mecánica arrastrada por una rueda de guiado de uno de los citados conjuntos de guiado.

20 6ª.- Dispositivo de detección según una de las reivindicaciones 1ª a 5ª, caracterizado porque comprende: un sistema de articulación para suspender el citado bastidor de un brazo orientable, autorizando simultáneamente movimientos horizontales y verticales del citado bastidor respecto al citado brazo, y rodillos montados giratorios a su

1 - bos lados del cable sobre el citado bastidor, debajo del
sistema de articulación, para permitir guiar lateralmente
el cable por medio del brazo orientable, sin ejercer, no
obstante, esfuerzo perjudicial para el posicionamiento del
5 citado bastidor a lo largo del cable.

7^a.- Dispositivo de detección según una de las
reivindicaciones 1^a a 6^a, caracterizado porque comprende
circuitos de tratamiento enlazados a las salidas de los ci-
tados codificadores para elaborar, en respuesta a las ci-
tadas primeras y segundas señales de medida, señales de
10 salida, representativas del promedio de los desplazamien-
tos angulares de las citadas primera y segunda ruedas.

8^a.- Dispositivo de detección según la reivindi-
cación 7^a, caracterizado porque los citados circuitos de
tratamiento comprenden circuitos de seguridad, que tienen
15 primeros circuitos para determinar la desviación relativa
entre los desplazamientos angulares de la rueda más rápi-
da y de la rueda menos rápida, tales como están represen-
tados por las citadas primera y segunda señales de medida,
y segundos circuitos para bloquear las señales correspon-
dientes a los desplazamientos angulares de la rueda menos
20 rápida, y elaborar señales de salida, representativas sola-
mente de los desplazamientos angulares de la rueda más rá-
pida, cuando la citada desviación relativa excede de un um-
bral predeterminado.
25

9^a.- Dispositivo de detección según una de las
reivindicaciones 7^a y 8^a, caracterizado porque los citados
circuitos de tratamiento comprenden circuitos de corrección,
adaptados para recibir las citadas señales de salida, para
30 elaborar señales corregidas, representativas de las cita-

1 das señales de salida, multiplicadas por un coeficiente predeterminado de calibración.

5 10ª.- Procedimiento de detección de los desplazamientos longitudinales de un cable por medio de un dispositivo según una de las reivindicaciones 7ª a 9ª, porque comprende las siguientes fases: elaborar primeras y segundas señales, representativas respectivamente de dos medidas de los desplazamientos longitudinales del cable; comparar las citadas primeras y segundas señales, para determinar la desviación entre las citadas medidas; y producir señales de salida: bien representativas de un promedio de las citadas medidas, si la citada desviación permanece inferior a un umbral determinado, bien representativas de una de las citadas medidas seleccionada, si la citada desviación excede del citado umbral determinado, siendo la citada medida seleccionada la que representa los desplazamientos longitudinales del cable más importantes.

15 20ª.- Procedimiento de detección según la reivindicación 10ª, caracterizado porque la citada fase de comparación consiste en añadir las primeras señales y en sustraer las citadas segundas señales en un valor promedio, restablecido cada vez que ha pasado una longitud determinada de cable.

25 12ª.- Procedimiento de detección según una de las reivindicaciones 10ª y 11ª; caracterizado porque las citadas primeras y segundas señales son representativas, respectivamente, de las rotaciones de dos ruedas apoyadas tangencialmente sobre dos zonas diametralmente opuestas del cable.

30 13ª.- Procedimiento de detección según una de

1 las reivindicaciones 10ª a 12ª, caracterizado porque la
etapa de elaborar cada una de las citadas primeras y segun
5 das señales consiste en elaborar dos series de impulsos
cuantificados representativas, respectivamente, de incre-
mentos de desplazamientos del cable que pasa en uno u otro
sentido.

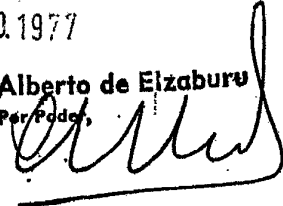
14ª.- DISPOSITIVO Y PROCEDIMIENTO DE DETECCION
DE LOS DESPLAZAMIENTOS DE UN CABLE.

10 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.

Esta Memoria consta de sesenta y una hojas escri-
tas a máquina por una sola cara.

Madrid, 13. AGO. 1977

15 P. A. Alberto de Elizaburu
Per. Fed.



10087

TGG.

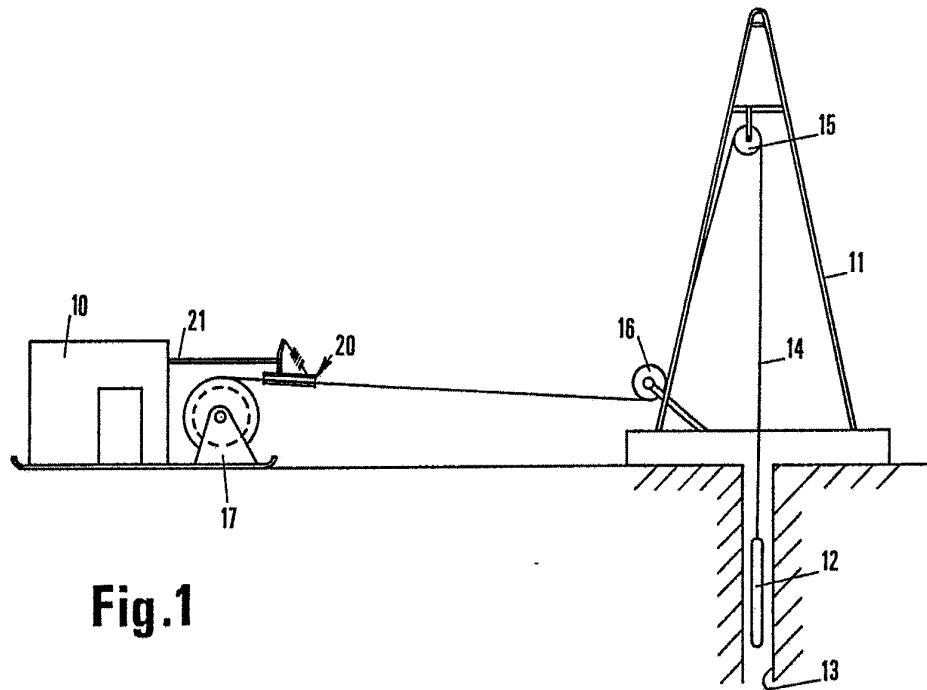


Fig. 1

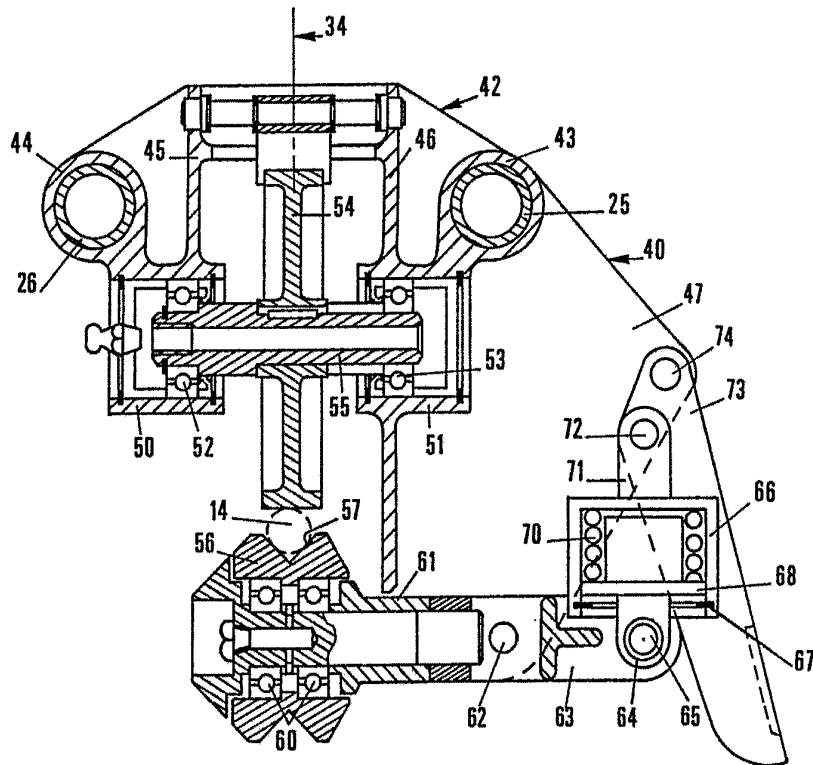


Fig. 3

Fernando de Elizaburu
Por Poder.

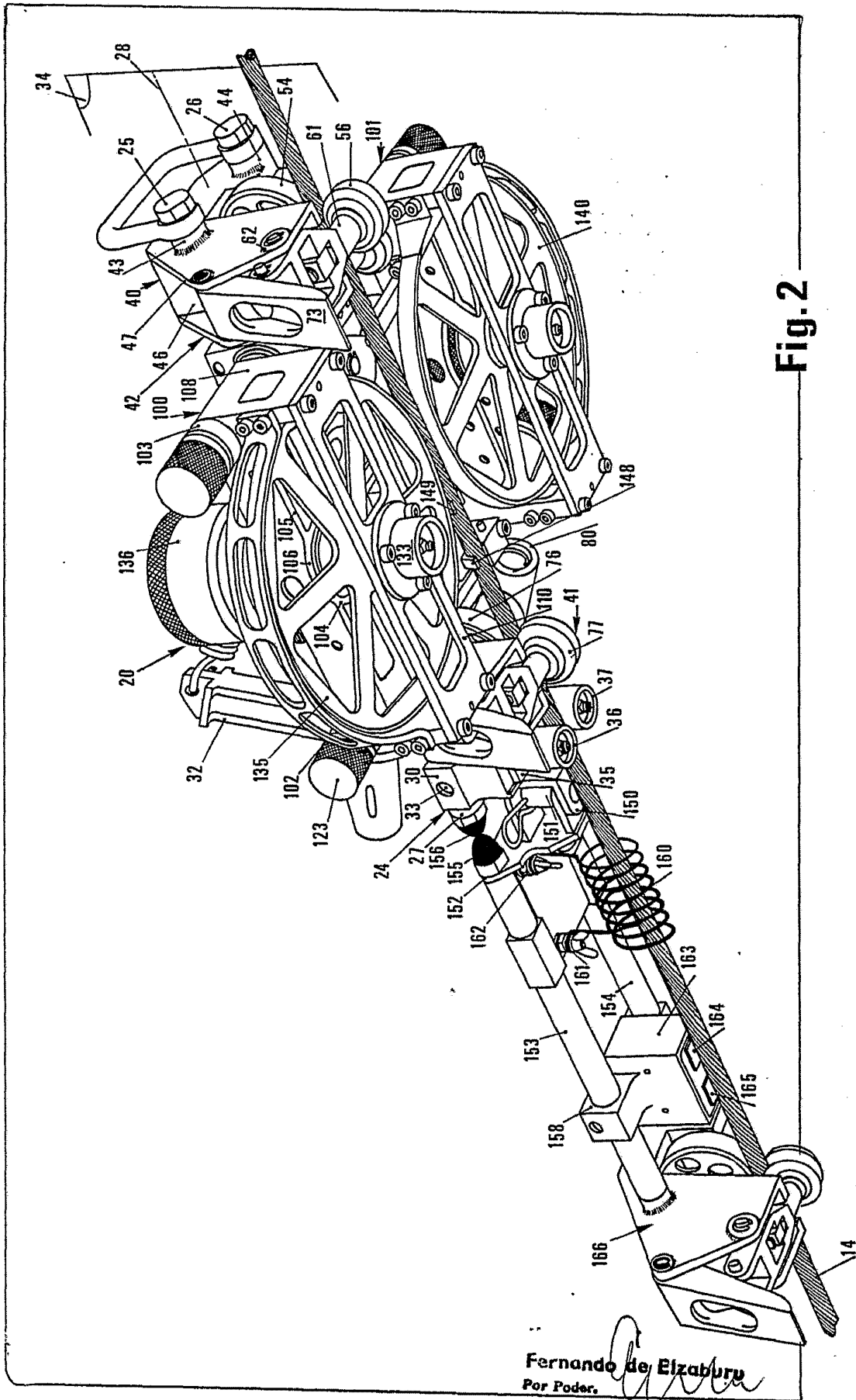


Fig. 2

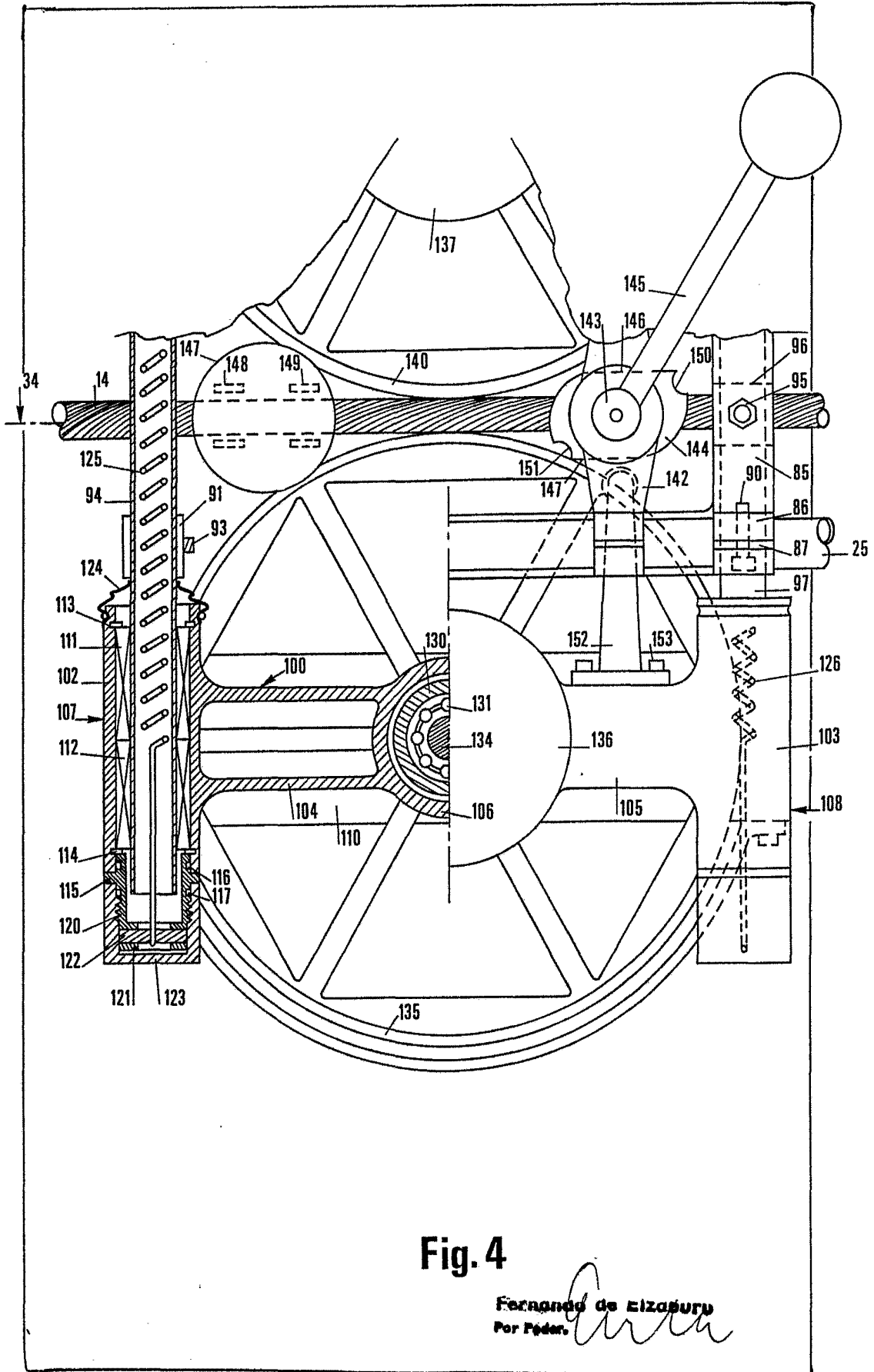


Fig. 4

Fernando de Elizaburu
Por Pedro

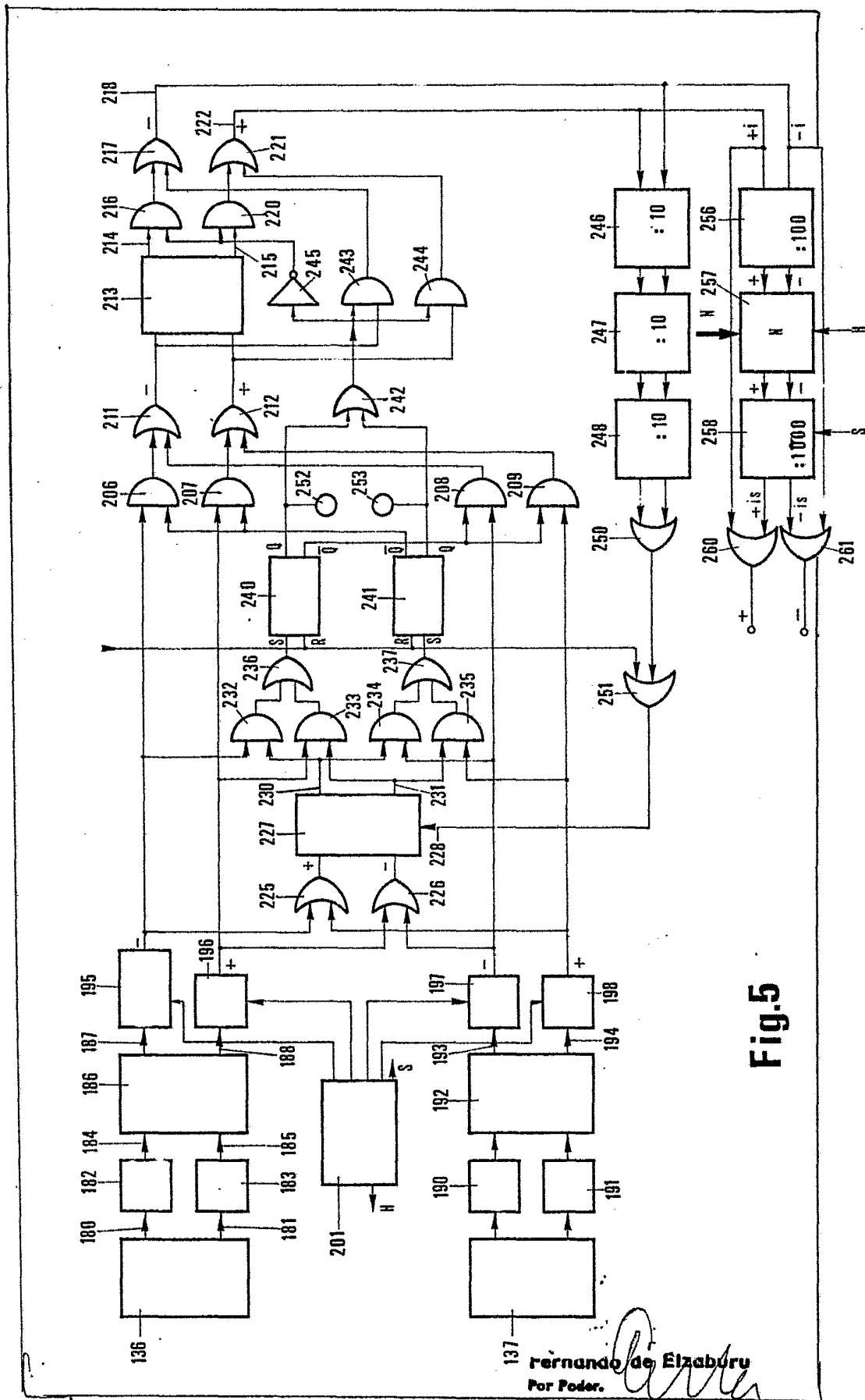


Fig.5

