

82
X
55

SUPERINTENDENCIA Y COMERCIO
DIRECCION GENERAL DE PATENTES Y MARCAS
BOGOTA, D.C. 2000-09-11 10:10:00
Castillo Grau & Asociados
BOGOTA, D.C. 2000-09-11 10:10:00

Señores

DIVISION DE NUEVAS CREACIONES

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO

Santafé de Bogotá, D.C.

02-01-444-
Re.: Expediente No. 00 - 52.939

Solicitud de Patente

En relación con la última providencia recaída en este expediente, le manifiesto lo siguiente:

- Debidamente traducida, acompaño la copia oficial de la solicitud de patente básica estadounidense No. 09/356.432 a fin de que se anexe a este expediente.
- Se acompaña el arte final por triplicado.
- Se acompaña nueva tarjeta de archivo temático con el resumen de la invención.
- Se acompaña nuevo texto revisado de la descripción, reivindicaciones y resumen.
- Las unidades han sido convertidas a sistema métrico.
- Se presenta también la figura 6 con unidades en métrico.

- Acompaño nuevo juego de dibujos.

Le solicito darle curso a esta petición.

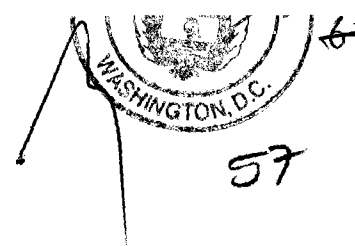
De Ustedes atentamente,

GERMAN CASTILLO GRAU

T.P. No. 2978 del C.S. I.



CONSULADO DE COLOMBIA
WASHINGTON, D.C.



No. 1114

EL CONSULADO DE COLOMBIA

CERTIFICA:

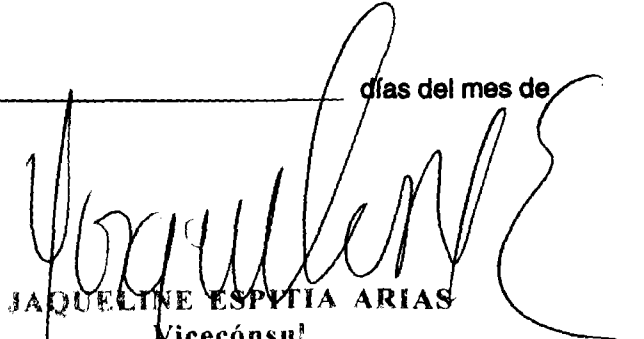
Que es auténtica la firma de PATRICK O. HATCHETT.
quien el día 28 DE ABRIL DEL 2000
desempeñaba las funciones de OFICIAL DE AUTENTICACIONES DEPARTAMENTO DE ESTADO.
la cual aparece al pie de los documentos anexos relacionados con CERTIFICADO SOBRE PRODUCTO.

Dado en Washington, D.C. a los PRIMERO (1) días del mes de
MAYO. del año dos mil (2000)

Pagado Impuesto de Timbre 7=

Pagado Derecho Consular 15=

Total 22=


JAQUELINE ESPYTIA ARIAS
Vicecónsul

(El Consulado no asume ninguna
responsabilidad por el contenido de los
documentos anexos)

MINISTERIO DE RELACIONES
EXTERIORES

310866

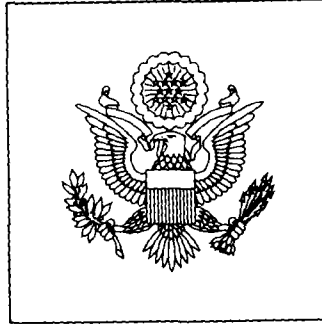
COPIA FIRMA EN EL
DOCUMENTO DESEMPENA
LAS FUNCIONES INDICADAS

NO SE ASUME
RESPONSABILIDAD DEL
FIRMA

2000. AUG - 3 A M 42

JEFE DE LEGALIZACIONES
SANTAFE DE BOGOTA D.C.

United States of America



DEPARTMENT OF STATE



To all to whom these presents shall come, Greetings:



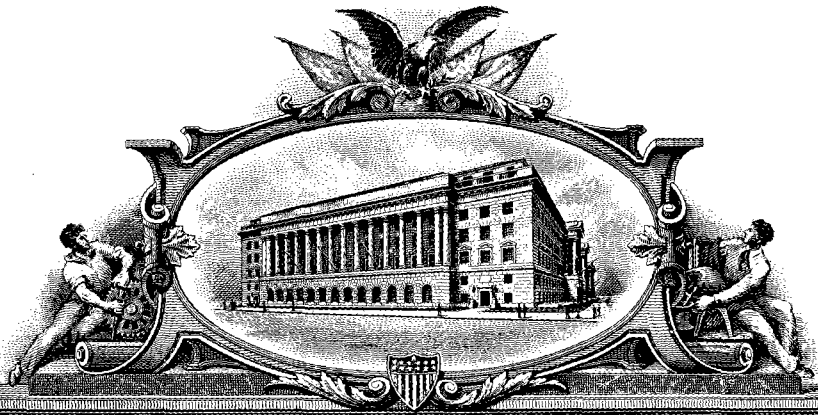
I Certify That the document hereunto annexed is under the Seal of the Patent and Trademark Office, Department of Commerce, United States of America, and that such Seal is entitled to full faith and credit.*

In testimony whereof, I, Madeleine K. Albright, Secretary of State, have hereunto caused the seal of the Department of State to be affixed and my name subscribed by the Assistant Authentication Officer, of the said Department, at the city of Washington, in the District of Columbia, this twenty-eighth day of April, 2000.

Madeleine K. Albright
Secretary of State
By Paul J. Hume
Assistant Authentication Officer,
Department of State

Issued pursuant to CHXIV, State of
Sept. 15, 1789, 1 Stat. 68-69; 22
USC 2657; 22 USC 2651a; 5 USC
301; 28 USE 1733 et. seq.; 8 USC
1443(f); RULE 44 Federal Rules of
Civil Procedure.

This certificate is not valid if it is removed or altered in any way whatsoever
*For the contents of the annexed document the Department assumes no responsibility



THE UNITED STATES OF AMERICA

TO ALL TO WHOM THESE PRESENTS SHALL COME:

UNITED STATES DEPARTMENT OF COMMERCE

United States Patent and Trademark Office

April 13, 2000

THIS IS TO CERTIFY THAT ANNEXED HERETO IS A TRUE COPY FROM THE RECORDS OF THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE OF THOSE PAPERS OF THE BELOW IDENTIFIED PATENT APPLICATION THAT MET THE REQUIREMENTS TO BE GRANTED A FILING DATE UNDER 35 USC 111.

APPLICATION NUMBER: 09/356,432

FILING DATE: July 19, 1999



**By Authority of the
COMMISSIONER OF PATENTS AND TRADEMARKS**

T. Wallace
T. WALLACE
Certifying Officer

07/19/99
1c644 U.S. PTO

Express Mail Certificate under 37 C.F.R. 1.10

Date of Deposit: July 19, 1999

Express Mail Mailing Number: EJ793155412US

I hereby certify that the following items are being deposited with the United States Postal Service "Express Mail Post Office to Addressee" service under 37 CFR § 1.10 on the date indicated above and as addressed to the Assistant Commissioner for Patents, Washington, D. C. 20231.

Gail M. Taylor-Russell
Signature of Person Signing

Gail M. Taylor-Russell
Typed Name of Person Signing

July 19, 1999

Box Patent Application

Assistant Commissioner for Patents
Washington, D. C. 20231

Re: Heave Compensated Wireline Logging Winch System and Method of Use
by Inventors Marc Lorsignol, Angus Armstrong, Marvin W. Rasmussen
and Laurent Farnieras
Docket No. 800400

Sir:

Transmitted herewith for filing are:

- (1) 30 page patent specification including identification of the names of all inventors, 51 claims and Abstract; and
- (2) 11 sheets of drawings (Figs. 1-11).

Pursuant to 37 C. F. R. § 1.10, the Applicants requests the Patent and Trademark Office to accept this application and accord a serial number and filing date as of the date this application is deposited with the U. S. Postal Service for Express Mail. Please date stamp and return the enclosed postcard to evidence receipt of these materials.

Please direct all correspondence as follows:

Gail M. Taylor-Russell, Reg. No. 36,290
Taylor Russell & Russell, P. C.
4807 Spicewood Springs Road
Building One, Suite 1200
Austin, TX 78759-8444
Phone: 512-338-4601

Respectfully Submitted,

Gail M. Taylor-Russell
Gail M. Taylor-Russell
Reg. No. 36,290

1c542 U.S. PTO
09/356432
07/19/99

TITLE OF THE INVENTION

Heave Compensated Wireline Logging Winch System and Method of Use

by

Marc Lorsignol, Angus Armstrong, Marvin W. Rasmussen and Laurent Farnieras

5

BACKGROUND

This invention relates generally to computer-controlled winch systems for wireline logging. More particularly, the invention is a computer-controlled heave compensation wireline logging winch system that compensates for the effects of wave motion on floating installations performing wireline logging.

10

Wireline logging is the process by which oil or gas wells are surveyed to determine their geological, petrophysical or geophysical properties using electronic measuring instruments conveyed into the wellbore by means of an armored steel cable, known as a wireline cable. The wireline cable is stored on a winch drum, which provides the mechanism by which it is lowered into the well via a series of sheave wheels to ensure proper alignment. The measurements made by downhole instruments secured to the wireline cable are transmitted back to a data acquisition computer located at the surface through electrical conductors in the wireline cable. Electrical, acoustical, nuclear and imaging tools are used to stimulate the formations and fluids within the wellbore and the electronic measuring instruments then measure the response of the formations and fluids.

15
20

A device mounted close to the cable drum at the surface determines the depth at which these measurements are recorded. This device measures cable movement into and out of the well and is known as the depth system. The wireline well log contains the record of the series of measurements of the formations and fluids found in the wellbore with respect

A
62

to the location within the borehole at which measurements are made. The raw measurements are often presented in the form of an x-y graph with the location where the measurement is made recorded on the y-axis and the measurement itself recorded on the x-axis. The location where the measurement is made is called the depth. It is a measure of the distance between a reference position, usually located somewhere on the surface above the well, and the location within the borehole following the path of the borehole.

The accuracy and quality of the wireline logging data obtained from such an arrangement is dependent on the smooth movement of the wireline cable and the downhole logging tools that extend from the wireline cable at a known and controlled speed, along with the precise determination of the depth at which the wireline logging measurements are made. Depth may be calculated by measuring the amount of cable spooled off or on the winch and may be adjusted for conditions in the borehole and characteristics of the cable. One cable characteristic that may be adjusted for is cable stretch, which is a function of temperature, pressure, tension and length of the cable.

For a fixed wireline setup, such as a land drilling rig or fixed offshore platform, the measurement of depth and cable speed is relatively straightforward. This is because the variables in the system can be measured and accounted for. On a land rig or fixed drilling rig, there is a fixed distance between a reference point at the surface of the well itself and the winch. Because the distance is fixed, it may be automatically adjusted out of the depth calculation. However, when the winch is installed on a floating vessel, which may typically be a semisubmersible rig, drill ship or barge, the movement of the rig itself due to tidal or wave motion effects is not taken into account by conventional wireline logging systems. In a floating vessel installation, the distance between the reference point at the

71
63

surface of the well and the winch is not fixed and the distance changes with respect to the tide and waves. If ignored, the vertical component of this motion, relative to the wellbore, will have an adverse affect on the indexing and analysis of the log data. The movement of the wireline cable and the downhole logging tools induced by the movement of the rig, 5 drillship or barge will not be measured. This same problem occurs if the rig is fixed, but the wireline winch is located on a floating tender.

Other systems have attempted to minimize the effects of wave motion on wireline logging data. The system is often compensated in such a way as to keep the wireline set-up fixed with respect to a known reference datum, usually the sea floor. This is 10 normally achieved by interfacing with the drilling rig's compensation system, and using it to anchor the wireline rig to the fixed datum. A compensation device, usually in the crown of the rig, attempts to hold the cable distance constant using an electro-hydraulic device. This system is limited in its precision and the range of motion over which it can 15 compensate since it relies on a passive compensation system designed for very heavy drill pipe strings and uses steel ropes to anchor the wireline upper sheave wheel to the seabed. The wireline acquisition system then assumes that the setup is not changing and is fixed. This type of system is high maintenance and expensive. Alternatively, an electro-mechanical compensation device can be inserted between the winch and the upper sheave wheel to be used for well logging only. Since well logging is done somewhat 20 infrequently, this device is often idle. In both of these types of systems, no corrections are made for any errors induced by incomplete heave compensation.

72
64

SUMMARY

The present invention solves the problem of wave motion on wireline logging data firstly by physically compensating for vertical motion (heave) at the wireline winch and
5 secondly, by calculating and recording any errors in that physical compensation so that the true depth at which a wireline log data measurement is made is recorded, along with the wireline well log measurement. Both the physical compensation system and the recording of errors in that physical compensation system utilize information on the physical movement of the rig itself, obtained from a motion reference unit (MRU). An
10 electrically controlled wireline winch provides for the physical heave compensation. The wireline winch is fixed to the rig structure itself with no external compensation system connected. The movement of the wireline cable due to heave is measured by the MRU and is compensated for by the winch with a corresponding change in motion and/or direction of the wireline cable. This ensures that the wireline logging data is acquired at a
15 constant, known speed. Any error in this compensation is detected by the depth system within a data acquisition computer located at the surface, recorded and may be used to adjust the true depth at which the wireline log measurements are being recorded.

The present invention comprises a system and method for compensating for the vertical motion of a floating vessel having a winch control means for receiving vessel
20 vertical motion data and logging tool speed set points and a wireline winch means for raising and lowering a wireline cable within a wellbore, connected to the winch control means and comprising a winch motor for attaching to and rotatably moving a cable drum, the wireline cable having at least one logging measurement tool attached to an

75
65

end of the wireline cable extending from the cable drum. The winch control means combines the vertical motion data and logging tool speed set points to produce a winch motor control signal for controlling the rotatable movement of the cable drum so as to cause the wireline cable to achieve movement within the wellbore at a controlled speed, which may be substantially constant, independent of vessel vertical motion. The system can also compensate for the vertical motion of a floating vessel using a winch control means for receiving vessel vertical motion data and logging tool tension set points and a wireline winch means for raising and lowering a wireline cable within a wellbore, connected to the winch control means and comprising a winch motor for attaching to and rotatably moving a cable drum, the wireline cable having at least one logging measurement tool attached to an end of the wireline cable extending from the cable drum. The winch control means combines the vertical motion data and logging tool tension set points to produce a winch motor control signal for controlling the rotatable movement of the cable drum so as to cause the wireline cable to achieve movement within the wellbore at a controlled speed, which may be substantially constant, independent of vessel vertical motion. Alternatively, logging tool speed and tension set points can be simultaneously used together with the vessel vertical motion to produce a winch motor control signal. The winch motor control signal comprises a RPM value and a torque value. Producing a winch motor control signal by the winch control means may occur in real time.

The system further comprises a depth computing means for receiving the vessel vertical motion data and measured wireline cable motion data and for

72
66

calculating a heave compensation depth error by combining the measured wireline cable motion data and the vessel vertical motion data. The vertical motion data comprises vessel vertical position, speed and acceleration. The heave compensation depth error is saved together with logging measurement tool data from the logging

5 measurement tools. The depth error may be used to compensate a depth measurement of the logging measurement tool data.

The system further comprises an alarm generation means for producing an alarm signal when the logging tool is about to enter a position above the wellbore and a heave compensation mode is activated or when a heave compensation mode of operation
10 should be activated. The alarm signals are displayed on an operator display console connected to the depth computing means. At least operator control and display means for entering operator commands, displaying winch system status and providing feedback to an operator of heave compensation status is provided.

The present invention comprises a computer program for calculating a heave
15 compensation depth error value comprising receiving measured speed from a first cable movement measuring device and converting the measured speed into a physical distance. A wheel wear correction, a heave compensation amount and a crank compensation amount pending are applied to produce a first net motion increment. A slip detection correction is applied to the first net motion increment and the net motion
20 increment is converted into a first depth value. The process is repeated for receiving measured speed from a second cable movement measuring device and a second depth value is determined. The first depth value or the second depth value that is most advanced in cable motion direction is then selected. The selected depth value is saved

together with logging measurement tool data. It may be used to compensate a depth measurement of the logging measurement

BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS

These and other features, aspects and advantages of the present invention will become better understood with regard to the following description, appended claims and accompanying drawings where:

Fig. 1 is a diagram showing the heave compensated wireline logging winch system mounted on a floating vessel.

Fig. 2 is a diagram of the winch of Fig. 1.

Fig. 3 is a block diagram of the physical heave compensation system and the physical correction made by the winch.

Fig. 4 is a system block diagram of the heave compensation wireline logging winch system.

Fig. 5 is a network architecture diagram of the wireline winch controller with system and operator interfaces.

Fig. 6 shows the layout of a typical wireline winch logging status display.

Fig. 7 shows a hardware/software block diagram of the depth measurement processing.

Fig. 8 is a flowchart of the alarm generation function of the depth measurement system.

Fig. 9 shows a control flow diagram of the winch operation in manual mode.

Fig. 10 shows a control flow diagram of the winch operation in cruise mode.

Fig. 11 shows a flow control diagram of the winch operation in heave compensated mode.

DETAILED DESCRIPTION OF THE DRAWINGS

Fig. 1 is a diagram showing the heave compensated wireline logging winch system mounted on a floating rig. The system may also be mounted on various types of floating vessels or submersible vessels that may be used to perform wireline logging. Fig. 2 is a diagram of the winch 10 of Fig. 1. Referring now to Figs. 1 and 2, the winch 10 is mounted on a winch skid 11 located on the floating rig 13. A winch controller 14, adjacent or remotely connected to the winch 10 provides the commands to control the action of the winch 10 and thereby control the vertical movement of the wireline cable 15 within the well 21. The winch skid 11 is able to receive a cable drum 22, which can be a large or small drum using either a heptacable or monocable setup. Logging tools 20 are attached to one end of the wireline cable 15. A wireline computer 16 interfaces with the winch controller 14. A cable movement measuring device 12, which measures cable speed and tension as the cable exits the cable drum 22, is gimbal mounted and located just outside the winch 10 and comprises two wheels located side by side with the wireline cable 15 running between the wheels. The cable movement measuring device may comprise one device or two devices. If there are two devices, one usually measures cable speed and another cable tension. As the wireline cable 15 moves, the cable movement measuring device measures the amount and direction of wheel rotation electronically. An upper sheave wheel 17 and lower sheave wheel 18 are used to align the wireline cable 15 with the well and the winch. A motion reference unit (MRU) 19 located near the wireline cable 15 provides measured vertical position, speed and

69

acceleration of the floating rig 13 at the derrick floor and provides that information to the winch controller 14, which uses the information along with measurement data from the cable movement measuring device 12 to control the winch 10 and physically compensate for vertical motion on the wireline cable 15 by changing the speed and/or direction of the wireline cable 15 motion. The winch controller 14 also provides the vertical motion information to the wireline computer 16. The wireline computer 16 uses the vertical motion information and the measurement data from the cable movement measuring device 12 to detect any errors in the physical compensation and to record the true depth at which the wireline log measurements are taken.

Fig. 3 is a block diagram of the physical heave compensation system and the physical correction made by the winch. The motion reference unit (MRU) 30 detects vertical motion of the drilling platform, which is used by the winch controller 31 and the wireline computer depth measurement processing 32. Based on the vertical motion, the winch controller 31 calculates the necessary changes in the winch motor 34 speed and direction to keep the wireline cable 37 and the wireline logging tool 36 at a constant or controlled speed while being lowered or raised in the wellbore. The winch controller 31 sends a command to change speed and direction to the winch motor drive 33, which in turn controls the winch motor 34. The cable movement measuring device (CMMD) 35 measures cable motion and tension of the wireline cable 37 as it exits the winch drum.

This measurement takes into account the amount of correction physically applied to the wireline cable 37 and the measurement is sent to the wireline computer 32. The depth measurement system within the wireline computer detects any error in this compensation by comparing the actual vertical motion as measured by the MRU 30 with

70 78

the physical correction made by the winch. Any error in the physical compensation may be used to adjust the true depth at which the measurements are being recorded.

Turning now to Fig. 4, a system block diagram of the heave compensation wireline logging winch system is shown. The winch controller 40 comprises a

5 programmable logic controller (PLC) 41 and a winch motor drive 42, which may be a variable speed drive. The winch controller 40 computes the parameters for accurately controlling the motion of the wireline winch 46. The motion of the winch is achieved through the winch motor drive 42 and motor 43, which are connected using an electrical cable. Using the winch motor characteristics and a winch motor model, the winch motor

10 drive 42 can accurately control the winch motor 43 using the motor frequency and voltage. An encoder mounted on the motor shaft is connected to the winch motor drive so that increased precision may be achieved. The winch remote I/O 44 communicates with the PLC 41. The winch remote I/O 44 collects information and sends commands to ancillary systems on the winch such as the brakes, steering, oscillating, light, operator

15 backup control panel (BCT) 48 and general alarms. The motion reference unit 47 provides the vertical information about the floating rig or vessel to the winch controller 40 which is forwarded to the depth measurement system 54 processing in the wireline computer 53. The winch controller 40 uses the vertical information (which comprises position, speed and acceleration) to calculate the necessary physical compensation in

20 motor 43 speed and direction to keep the wireline cable 55 and the wireline logging tool 50 at a constant speed. The depth measuring system 54 within the wireline computer 53 accepts the measured cable speed and tension from the cable movement measuring device 49. Using the vertical position from the MRU 47, through the gateway controller

71



computer 52, and the measured cable speed and tension, the depth measuring system 54 computes any error in the physical compensation to calculate the logging depth at which the wireline logging measurements are made, which is then recorded by the wireline logging software. This information is sent back to the winch controller 40

5 through the gateway controller 52 which provides the interface between the depth measurement system 54 and the PLC 41. Commands from the operator are input from a winch control panel and display human machine interface (HMI) 51, which contains operator controls and displays. The HMI 51 may also be used to control other functions for different rig processes such as drilling or pumping. Depending on the various modes

10 of operations, the winch controller 40 with its PLC 41 processes wireline computer 53 and motion reference unit 47 information and operator commands from the HMI 51 to determine the required motor 43 speed and torque and sends this information to the winch motor drive 42 for execution. The winch motor drive 42, which may be a variable speed, alternating current motor drive, receives RPM/torque commands and generates

15 the required electrical signals for controlling the winch motor 43. The winch motor drive 42 has its own built-in sensors for RPM (with a tachometer mounted on the motor) and torque. It exchanges the start/stop and brake on/off status with the PLC 41. The winch controller 40 then energizes the brake accordingly through the winch remote I/O 44. The winch devices 46 are electric and electro-pneumatic components that control braking,

20 oscillating, spooling and other winch functions. These components are activated through the winch remote I/Os 44. An operator backup panel human machine interface (HMI) 48 is used for backup control and allows the operator to perform a reduced set of operator commands. The operator backup panel HMI 48 can be used in place of the

for
72

winch control panel, when for example, the operator interface HMI 51 is being used to control other functions for different rig processes. The operator panel HMI 48 is linked to the winch controller via the winch remote I/Os 44. The depth measuring system 54 interfaces with an alarm and control display 56 for displaying alarm and control status information to an operator.

The cable drum 45 can be a large or small drum with either heptacable or monocable. The cable drum 45 can have a flange diameter between about thirty inches and sixty inches and a cable length maximum capacity of about 40,000 ft. depending on the cable flange diameter and cable diameter. The cable drum 45 may be equipped with a one and one half inch pitch sprocket (between about 72 and 80 teeth), pillow blocks and a brake band surface on both sides of the cable drum 45. In normal mode (not wave compensated), with a 140kVA (110kW) variable speed drive and depending upon the type and size of the cable drum, the winch allows for the delivery of a maximum cable speed of about 54,000 ft/hr and a minimum cable speed of about 42 ft/hr and a maximum pull on line of 26,100 lbs.

Turning now to Fig. 5, a network architecture diagram of the wireline winch controller with system and operator interfaces is shown. The winch controller programmable logic controller (PLC) 60 communicates with the winch controller/winch motor drive 61, the gateway controller computer 62, winch remote I/O (WRIO) 63 and motion reference unit one (MRU 1) 75 and motion reference unit two (MRU 2) 76 via a communication bus 66. There may be one or more motion reference unit devices to provide estimated linear acceleration, estimated relative position and estimated linear velocity in the vertical axis. The winch motor drive 61 is connected to the winch motor

73

located in the winch 74. The winch remote I/O 63 interfaces with the operator backup control panel (BCT) 72 and sends operator commands from the operator backup control panel (BCT) 72 to the winch controller PLC 60. The gateway computer 62 interfaces with the wireline computer 69 which contains a front end controller (FEC) 67, depth measurement system 68 and measurement processing (SEC) 70. The cable movement measuring device 73 sends cable speed and tension to the depth measurement system 68. The depth measurement system sends alarm and winch control data directly to the alarm and control display 78. The same information sent to the alarm and control display 78 is also sent to the gateway controller 62. The gateway controller 62 reformats this data as necessary and sends it to be displayed on the winch control panel and display HMI 77 via the winch controller programmable logic controller (PLC) 60. Logging tool 80 measurements are sent to the SEC 70 within the wireline computer 69. The SEC 70 combines the output of the depth measurement system and the wireline logging measurements and sends that information to be recorded. The winch controller PLC 60 is electrically connected to the electrical control room input/output 71. The winch controller PLC 60 communicates with the winch control panel and display HMI 77 via a communication bus 79. The winch 74 can be controlled from several locations including the winch control panel and display HMI 77 and the operator backup control panel (BCT) 72. The PLC 60 communicates with the winch control panel and display HMI 77 and sends winch control status and parameters along with error messages.

Fig. 6 shows the layout of a typical wireline winch logging status display. There is a winch wireline cable speed display area 100, a logging tool depth area 101, an auxiliary display area 102, a cable tension display area 103, a magnetic mark display

area 104 and a menu display area 105. The display also contains a dialog window 106 and alarm icons 107.

Fig. 7 shows a hardware/software block diagram of the depth measurement processing. The cable movement measuring device (CMMD) 12 of Fig. 2 is gimbal mounted just outside the winch and is fixed in the roll axis. A wireline cable 15 is secured between two integrated depth measuring wheels 120 and 121 by means of cable guides and spring loaded rollers. On each wheel is a rotary encoder 122,123 that measure the amount and direction of rotation, where two times π times the radius of each of the measuring wheels 120, 121 equals the amount of cable motion.

Redundancy of measurement is provided because each of the encoders 120, 121 separately measures the amount and direction of rotation and the measurements from each CMMD measuring wheel 120, 121 are processed in parallel. First, the measurements from the measuring wheels 120, 121 comprising raw quadrature data are received by the quadrature pulse decoders 124,125 and are converted into incremental or decremental counts which are fed into motion accumulators 126,127, where one detectable motion of the measuring wheels 120, 121 corresponds to one accumulator count. Next, the software begins motion processing 128, 129. The accumulator counts, which correspond to motion increments or decrements over a sample period of time, are converted to a physical distance. Wheel correction for each wheel 128, 129, heave amount 131 (as measured by the MRU) and crank compensation 132 are applied, as necessary. Wheel correction 129, 130 compensates for changes in measuring wheel wear since as the measuring wheels are used the wheels wear so the radius of the wheel changes and a corresponding wheel correction

85
N 75

must be applied. If a crank amount is pending 132, it is applied during the motion processing. Crank is a manual adjustment to the wireline cable that the winch engineer can enter to mechanically emulate a clutch assembly that was present in early winch systems. The engineer sets the amount of crank (change in the amount of wireline cable) and the electronics feed in the change to the winch uniformly and slowly over some period of cable motion. If heave compensation mode is selected, a heave measurement 131 that has been obtained from a motion reference unit is also applied. The output of the motion processing function 128, 129 is the net motion increment and cable speed. The net motion increment is calculated by subtracting the heave amount from the measured cable motion, where the measured cable motion is the logging tool motion plus the actual heave compensation applied by the winch control. Any cable slip detection and correction 135 is added to the net motion increment and the result is converted to depth in the encoder depth accumulators 133, 134. In the multiplexor 136, an algorithm is used to choose the best of the two estimates from both measuring wheels 120, 121 based on the measurement most advanced in direction of the wireline motion. The measured depth is then output to the logging system for recording, to the operator displays and to an alarm generation function.

Fig. 8 is a flowchart of the alarm generation function of the depth measurement system 150. An alarm is set 156 when the well logging tool is outside the transition region and the winch is not in the appropriate mode. A transition region is a designated length of the well in which it is safe for the heave motion compensation to be either on or off. When heave motion compensation is off and the tool is stopped the tool does not move with respect to the rig, but does move with respect to the well and the sea bed.

Handwritten signature and the number 16.

With heave motion compensation on, the tool moves with respect to the rig, but is stationary with respect to the formations in the well. Outside of the transition region towards the surface, heave motion compensation should be turned off so that the tool may be safely handled on the rig floor. Outside the transition region, towards the bottom of the well, heave motion compensation should be turned on so that the tool motion, with respect to the formations in the well, is not affected by the rig motion. If the tool is above the transition region 151 and heave compensation is on 152, an alarm is set 156. If the tool is above the transition regions 151 and heave compensations 152 is off, the alarm is cleared 155. If the tool is below the transition region 153 and heave compensation is off 154, an alarm is set 156. If the tool is below the transition region 153 and heave compensation is active 154, the alarm is cleared 155. The alarm may then be displayed on the alarm and control display and may also be available for display on the winch control panel and display HMI.

The winch may be operated in three modes of operation: manual mode (Fig. 9), cruise mode (Fig. 10) and heave compensated mode (Fig. 11).

Fig. 9 shows a control flow diagram of the winch operation in manual mode. In this mode, the operator manually adjusts the RPM and torque set points at the operator interface to obtain the required cable speed and tension 160. The RPM/torque 161 is sent to the winch controller 162, which scales the RPM/torque commands 163 and sends them to the winch motor drive 164 which in turn sends the RPM/torque commands 165 to the winch motor 166. The winch controller 162 contains a drum revolution counter that gives the number of motor revolutions and therefore the number of drum revolutions. When cable speed and depth are received from the FEC, a

[Handwritten signature]
77

comparison is made for each drum revolution to compute the relationship between depth and drum revolutions and between cable speed and motor RPM. When cable speed and depth are no longer received, the relationship is used to calculate an estimated cable speed and tool depth. When cable tension is received from the FEC, a comparison is made for each drum revolution to compute the relationship between the cable tension and the winch motor torque. When cable tension is no longer received, the relationship is used to calculate an estimated cable tension.

Fig. 10 shows a control flow diagram of the winch operation in cruise mode. In cruise mode, the operator at the operator interface 170 inputs cable speed and cable tension commands 171. The measured cable speed and cable tension 172 is computed by the front end controller (FEC) within depth measurement system 173 using cable movement measuring device 179 measured cable motion and tension 180 and is transmitted to the winch controller. Using the cable speed and tension 171 input by the operator and the measured cable speed and tension 172, the winch controller 174 calculates and scales RPM/torque commands 175 and sends them to the winch motor drive 176, which in turn sends the RPM/torque commands to the winch motor 178.

Fig. 11 shows a flow control diagram of the winch operation in heave compensated mode. In heave compensated mode, the operator at the operator interface 200 inputs cable speed and cable tension commands 201, which are transmitted to the winch controller 204. The motion reference unit (MRU) 202 provides vertical vessel motion 203, which is also used by the winch controller 204. The measured cable speed and cable tension 205 is calculated by the front end controller

within depth measurement system 206 using cable movement measuring device 211
measured cable motion and tension 212 and is transmitted to the winch controller.

Using the cable speed and tension 201 input by the operator, the vertical vessel motion
203 from the MRU 202 and the measured cable speed and tension 205, the winch

5 controller 204 calculates and scales RPM/torque commands 207 and sends them to the
winch motor drive 208, which in turn sends the RPM/torque commands 209 to the winch
motor 210. The winch controller 204 contains a drum revolution counter that gives the
number of motor revolutions and therefore the number of drum revolutions. When cable
speed and depth are received from the FEC 206, a comparison is made for each drum
10 revolution to compute the relationship between depth and drum revolutions and
between cable speed and motor RPM. When cable speed and depth are no longer
received, the relationship is used to calculate an estimated cable speed and tool depth.
When cable tension is received from the FEC 206, a comparison is made for each drum
revolution to compute the relationship between the cable tension and the winch motor
15 torque. When cable tension is no longer received, the relationship is used to calculate
an estimated cable tension.

Although the present invention has been described in detail with reference to
certain preferred embodiments, other embodiments are possible. Therefore, the spirit
and scope of the appended claims should not be limited to the description of the
20 preferred embodiments herein.

What is claimed is:

1. A system for compensating for vertical motion of a floating vessel comprising:
- a. a winch control means for receiving vessel vertical motion data and logging tool speed set points;
 - b. a wireline winch means for raising and lowering a wireline cable within a wellbore, connected to the winch control means and comprising a winch motor for attaching to and rotatably moving a cable drum, the wireline cable having at least one logging measurement tool attached to an end of the wireline cable extending from the cable drum; and
 - c. the winch control means for combining the vertical motion data and logging tool speed set points to produce a winch motor control signal for controlling the rotatable movement of the cable drum so as to cause the wireline cable to achieve movement within the wellbore at a controlled speed independent of vessel vertical motion.
2. A system for compensating for vertical motion of a floating vessel comprising:
- a. a winch control means for receiving vessel vertical motion data and logging tool tension set points;
 - b. a wireline winch means for raising and lowering a wireline cable within a wellbore, connected to the winch control means and comprising a winch motor for attaching to and rotatably moving a cable drum, the wireline cable having at least one logging measurement tool attached to an end of the wireline cable extending from the cable drum; and

88
80

c. the winch control means for combining the vertical motion data and logging tool tension set points to produce a winch motor control signal for controlling the rotatable movement of the cable drum so as to cause the wireline cable to achieve movement within the wellbore at a controlled speed independent of vessel vertical motion.

3. The system according to claim 1 further comprising the winch control means receives logging tool tension set points and combines the logging tool tension set points with the vertical motion data and logging tool speed set points to produce the winch motor control signal.

4. The system according to claim 1 wherein the controlled speed is substantially constant.

5. The system according to claim 2 wherein the controlled speed is substantially constant.

6. The system according to claim 1 further comprising:

- a. depth computing means for receiving the vessel vertical motion data and measured wireline cable motion data; and
- b. the depth computing means for calculating a heave compensation depth error by combining the measured wireline cable motion data and the vessel vertical motion data.

7. The system according to claim 2 further comprising:

- a. depth computing means for receiving the vessel vertical motion data and measured wireline cable motion data; and

81

b. the depth computing means for calculating a heave compensation depth error by combining the measured wireline cable motion and tension data and the vessel vertical motion data.

8. The system according to claim 3 further comprising:

- 5 a. depth computing means for receiving the vessel vertical motion data and measured wireline cable motion; and
- b. the depth computing means for calculating a heave compensation depth error by combining the measured wireline cable motion and tension data and the vessel vertical motion data.

10 9. The system according to claim 8 wherein the heave compensation depth error is saved together with logging measurement tool data from the logging measurement tools.

10. The system according to claim 9 wherein the heave compensation depth error is used to compensate a depth measurement of the logging measurement tool data.

15 14. The system according to claim 3 wherein the vertical motion data comprises vessel vertical position, speed and acceleration.

12. The system according to claim 3 wherein the receiving vertical motion data and combining the vertical motion data and logging tool speed and tension set points to produce a winch motor control signal by the winch control means occurs in real time.

20 13. The system according to claim 8 further comprising an alarm generation means for producing an alarm signal when the logging tool is about to enter a position above the wellbore and a heave compensation mode is active.

14. The system according to claim 8 further comprising an alarm generation means for producing an alarm signal to indicate a heave compensation mode of operation should be activated.

15. The system according to claim 13 wherein the alarm signal is displayed on an operator display console connected to the depth computing means.

16. The system according to claim 14 wherein the alarm signal is displayed on an operator display console connected to the depth computing means.

17. The system according to claim 8 wherein the operator enters the speed set point and the tension set point at an operator interface connected to the winch control means.

18. The system according to claim 8 wherein the operator enters the speed set point and the tension set point at an operator backup control panel connected to the winch control means through the wireline winch.

19. The system according to claim 8 wherein the winch motor control signal comprises a . RPM value and a torque value.

20. The system according to claim 3 further comprising a first operator control and display means for entering operator commands, displaying winch system status and providing feedback to an operator of heave compensation status.

21. The system according to claim 20 further comprising a second operator control and display means.

22. A method of compensating for vertical motion of a floating vessel comprising:
a. receiving vessel vertical motion data and logging tool speed set points by a winch control means;

83

b. raising and lowering a wireline cable within a wellbore by a wireline winch means connected to the winch control means comprising a winch motor for attaching to and rotatably moving a cable drum, the wireline cable having at least one logging measurement tool attached to an end of the cable extending from the cable drum; and

c. combining the vertical motion data and logging tool speed set points by the winch control means to produce a winch motor control signal for controlling the rotatable movement of the cable drum so as to cause the wireline cable to achieve movement within the wellbore at a controlled speed independent of vessel vertical motion.

23. A method of compensating for vertical motion of a floating vessel comprising:

a. receiving vessel vertical motion data and logging tool tension set points by a winch control means;

b. raising and lowering a wireline cable within a wellbore by a wireline winch means connected to the winch control means comprising a winch motor for attaching to and rotatably moving a cable drum, the wireline cable having at least one logging measurement tool attached to an end of the cable extending from the cable drum; and

c. combining the vertical motion data and logging tool tension set points by the winch control means to produce a winch motor control signal for controlling the rotatable movement of the cable drum so as to cause the wireline cable to achieve movement within the wellbore at a controlled speed independent of vessel vertical motion.

24. The method according to claim 22 further comprising receiving logging tool tension set points and producing a winch motor control signal by combining the logging tool tension set points with the vertical motion data and logging tool speed set points.

25. The method according to claim 22 further comprising:

- 5 a. receiving vessel vertical motion data and measured wireline cable motion data at a depth computing means; and
- b. calculating a heave compensation depth error by the depth computing means by combining the measured wireline cable motion data and the vessel vertical motion data.

10 26. The method according to claim 23 further comprising:

- a. receiving vessel vertical motion data and measured wireline cable motion data at a depth computing means; and
- b. calculating a heave compensation depth error by the depth computing means by combining the measured wireline cable motion data and the vessel vertical motion data.

15 27. The method according to claim 24 further comprising:

- a. receiving vessel vertical motion data and measured wireline cable motion data at a depth computing means; and
- b. calculating a heave compensation depth error by the depth computing means by combining the measured wireline cable motion and tension data and the vessel vertical motion data.

20 28. The method according to claim 27 further comprising saving the heave compensation depth error value together with logging measurement tool data.

29. The method according to claim 28 further comprising compensating a depth measurement of the logging measurement tool data using the heave compensation depth error value.
30. The method according to claim 24 wherein the vertical motion data comprises vessel vertical position, speed and acceleration.
31. The method according to claim 27 further comprising saving the heave compensation depth error value together with logging measurement tool data.
32. The method according to claim 31 further comprising compensating a depth measurement of the logging measurement tool data using the heave compensation depth error value.
33. The method according to claim 27 wherein the vertical motion data comprises vessel vertical position, speed and acceleration.
34. The method according to claim 24 wherein the receiving vertical motion data and combining the vertical motion data and logging tool speed and tension set points to
- produce a winch motor control signal by the winch control means occurs in real time.
35. The method according to claim 27 further comprising producing an alarm signal by an alarm generation means when the logging tool is about to enter a position above the wellbore.
36. The method according to claim 35 further comprising producing an alarm signal by an alarm generation means when the logging tool is about to contact a bottom of a well.
37. The method according to claim 36 further comprising displaying the alarm signal on an operator display console connected to the depth computing means.

Handwritten marks: a checkmark and the number 86.

38. The method according to claim 37 further comprising displaying the alarm signal on an operator display console connected to the depth computing means.

39. The method according to claim 24 further comprising entering the speed and tension set points by an operator at an operator interface connected to the winch control means.

40. The method according to claim 24 further comprising entering the speed and tension set points by an operator at an operator backup control panel connected to the winch control means through the wireline winch.

41. The method according to claim 24 wherein the winch motor control signal comprises a RPM value and a torque value.

42. The method according to claim 24 further comprising entering operator commands, displaying winch system status and providing feedback to an operator of heave compensation status at an operator control and display means.

43. A computer program for calculating a heave compensation depth error value

comprising:

- a. receiving measured speed from a first cable movement measuring device;
- b. converting the measured speed into a physical distance and applying wheel wear correction, heave compensation amount and crank compensation amount pending to produce a first net motion increment;
- c. applying a slip detection correction to the first net motion increment and converting the net motion increment into a first depth value;
- d. receiving measured speed from a second cable movement measuring device;

Handwritten signature and the number 87.

- e. converting the measured speed into a physical distance and applying wheel wear correction, heave compensation amount and crank compensation amount pending to produce a second net motion increment;
- f. applying a slip detection correction to the second net motion increment and
- 5 converting the net motion increment into a second depth value; and
- g. selecting either the first depth value or the second depth value that is most advanced in cable motion direction.

44. The computer program of claim 43 further comprising saving the selected depth value together with logging measurement tool data.

10 45. The computer program of claim 44 further comprising using the selected depth value to compensate a depth measurement of the logging measurement tool data.

46. The system according to claim 1 wherein the winch motor is a variable speed drive alternating current motor.

47. A system for compensating for vertical motion of a floating vessel comprising:

- 15 a. a winch controller for receiving vessel vertical motion data from a motion reference unit and operator entered logging tool speed set points from an operator control panel, the winch controller having control logic responsive to the motion data and the operator entered logging tool speed set points to produce a winch control signal output;
- 20 b. a winch motor connected to the winch control signal output and having an output drive wherein the winch control motor adjusts the speed and direction of the output drive in response to the winch control signal output;

Handwritten signature and the number 88.

- c. a cable drum connected to the output drive and connected to a wireline cable having at least one logging measurement tool attached; and
- d. the winch motor adjusts the speed and direction of the output drive so to achieve movement of the wireline cable within a wellbore at a controlled speed independent of vessel vertical motion.

5

48. A system according to claim 47 further comprising:

- a. a depth measurement system for receiving vessel vertical motion data and measured wireline cable motion data; and
- b. the depth measurement system calculates a heave compensation depth error by combining the measured wireline cable motion data and the vessel vertical motion data.

10

49. A system for compensating for vertical motion of a floating vessel comprising:

- a. a winch controller for receiving vessel vertical motion data from a motion reference unit and operator entered logging tool tension set points from an operator control panel, the winch controller having control logic responsive to the motion data and the operator entered logging tool tension set points to produce a winch control signal output;
- b. a winch motor connected to the winch control signal output and having an output drive wherein the winch control motor adjusts the speed and direction of the output drive in response to the winch control signal output;
- c. a cable drum connected to the output drive and connected to a wireline cable having at least one logging measurement tool attached; and

15

20

- 89
- d. the winch motor adjusts the speed and direction of the output drive so to achieve movement of the wireline cable within a wellbore at a controlled speed independent of vessel vertical motion.

50. A system according to claim 49 further comprising:

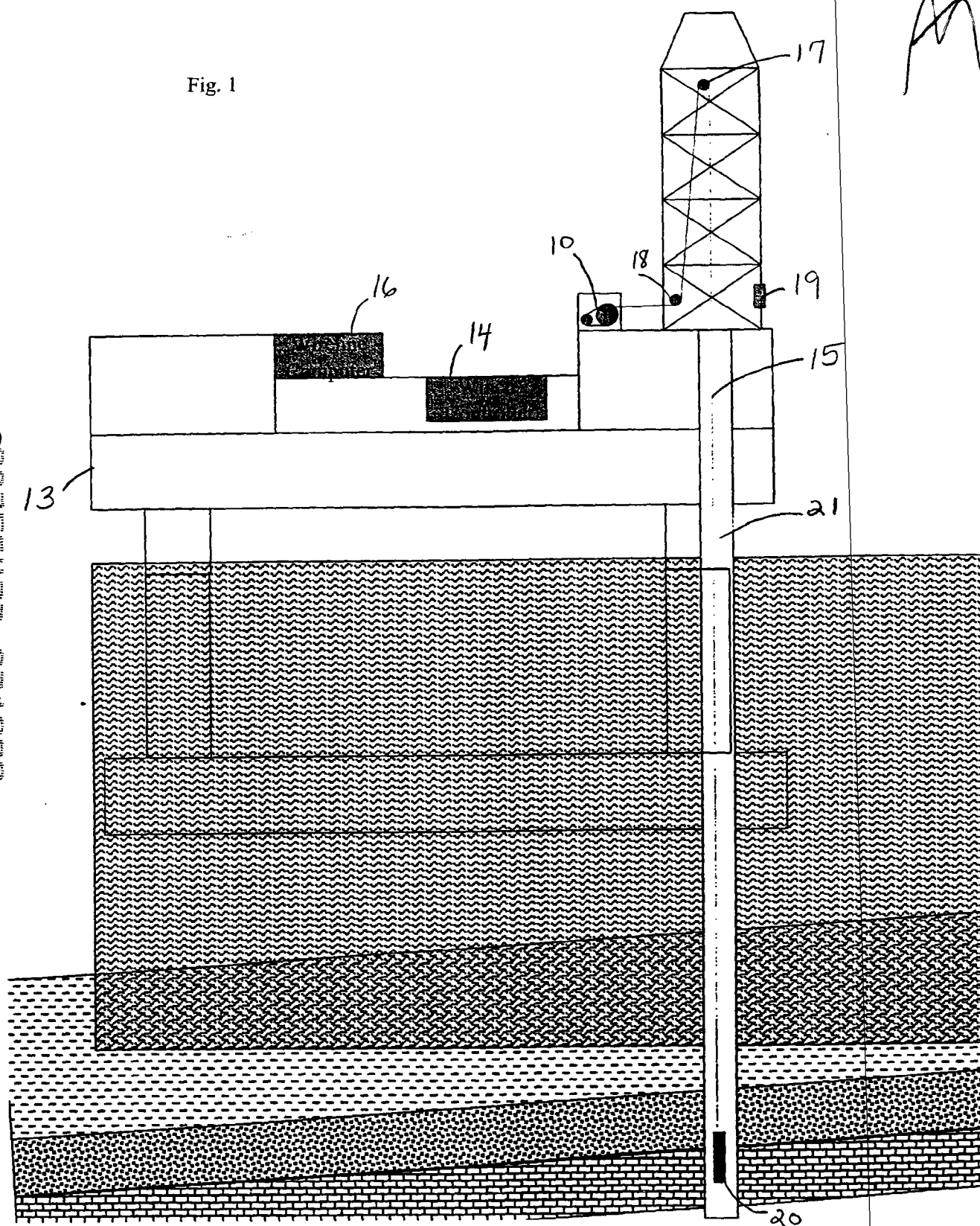
- 5 a. a depth measurement system for receiving vessel vertical motion data and measured wireline cable motion data; and
- b. the depth measurement system calculates a heave compensation depth error by combining the measured wireline cable motion data and the vessel vertical motion data.

- 10 51. The method according to claim 24 wherein the controlled speed is substantially constant.

ABSTRACT

A computer controlled heave compensation wireline logging winch system and method of use that compensates for the effects of wave motion on floating installations performing wireline logging measurements. A wireline winch and wireline cable with a logging measurement tool attached is installed on a floating installation. Vessel vertical movement is measured and is physically compensated for by a change in speed of the wireline cable so that the logging data is obtained at a controlled speed. Any error in this physical compensation is detected by a depth measurement system and is used to adjust the true depth at which the logging tool measurements are being recorded.

4



Mar 92

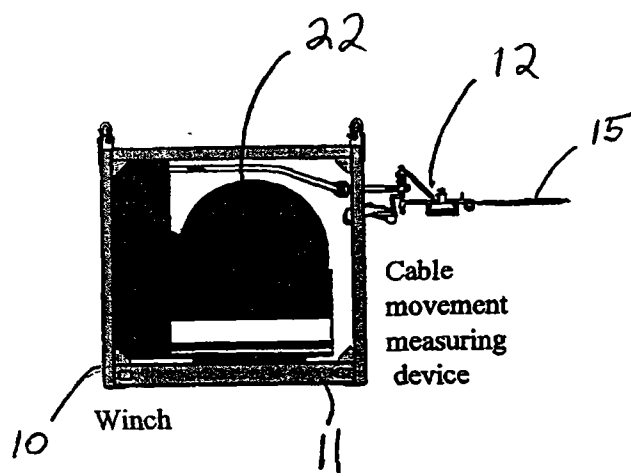


Fig. 2

93

Logging tool
speed and direction

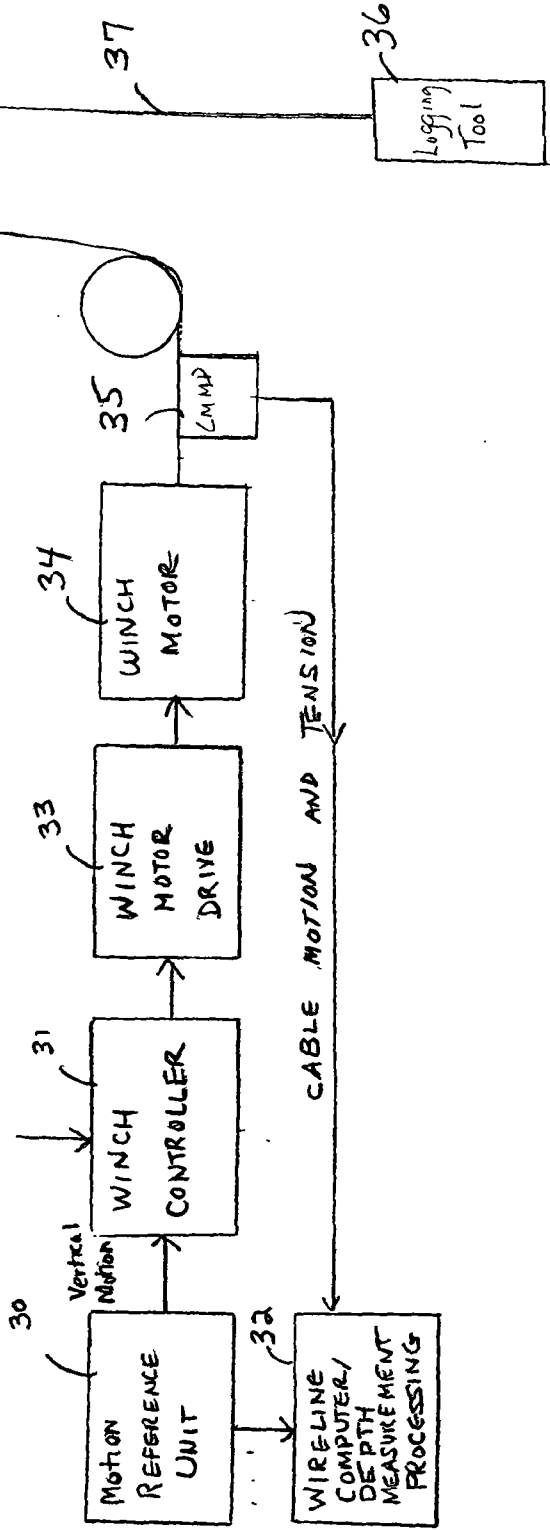


Fig. 3

[Handwritten signature]

94

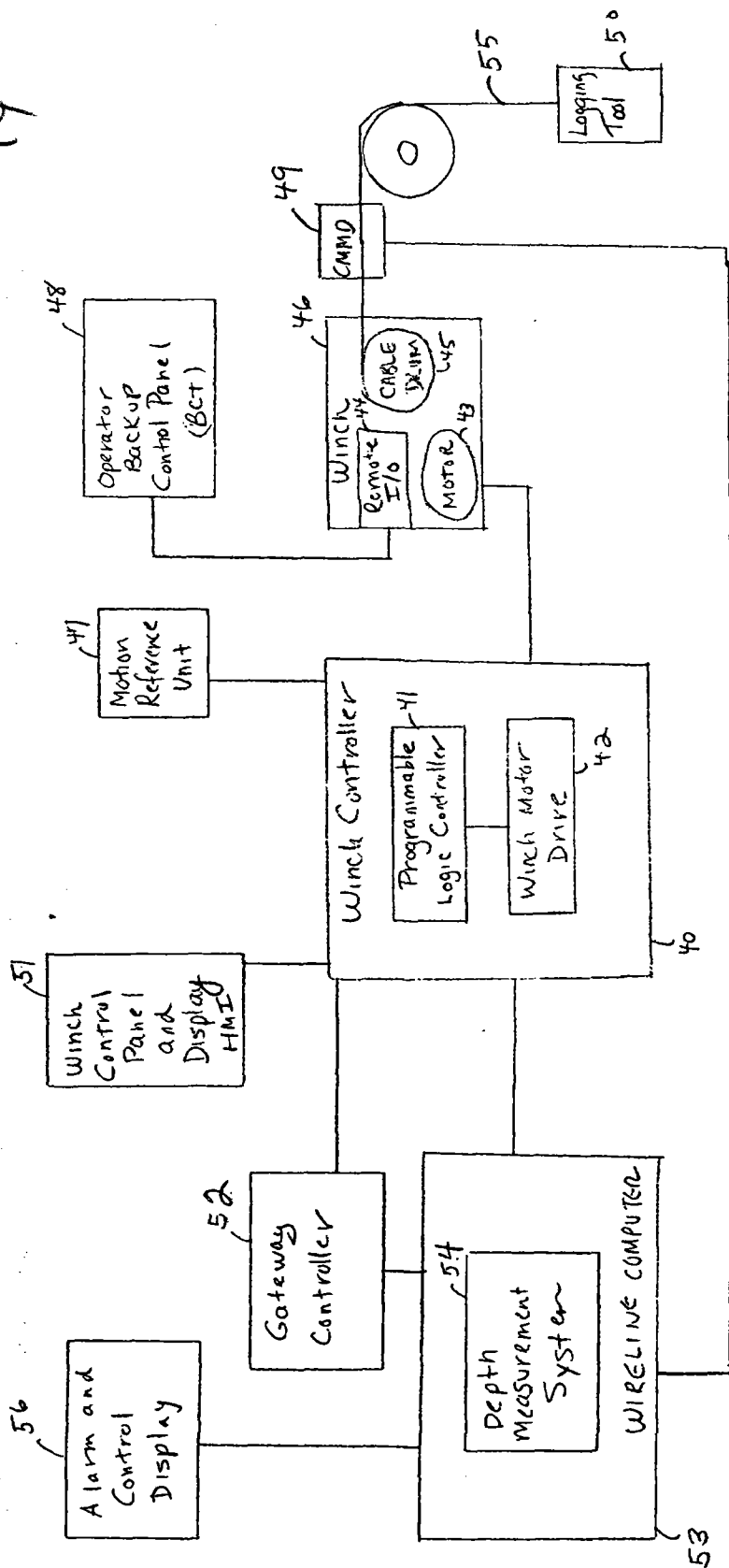
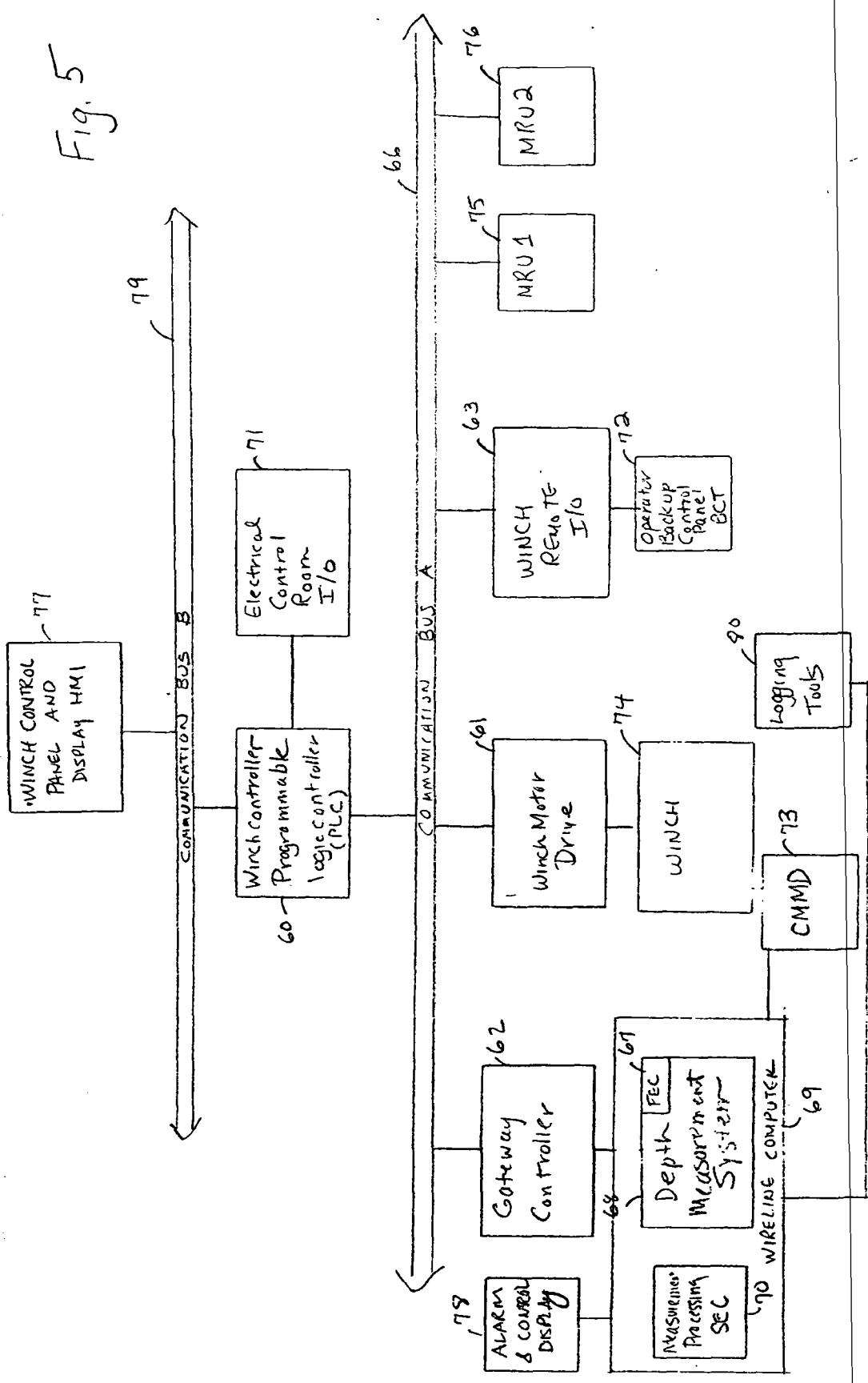


Fig 4

[Handwritten signature]

95

Fig. 5



~~SECRET~~

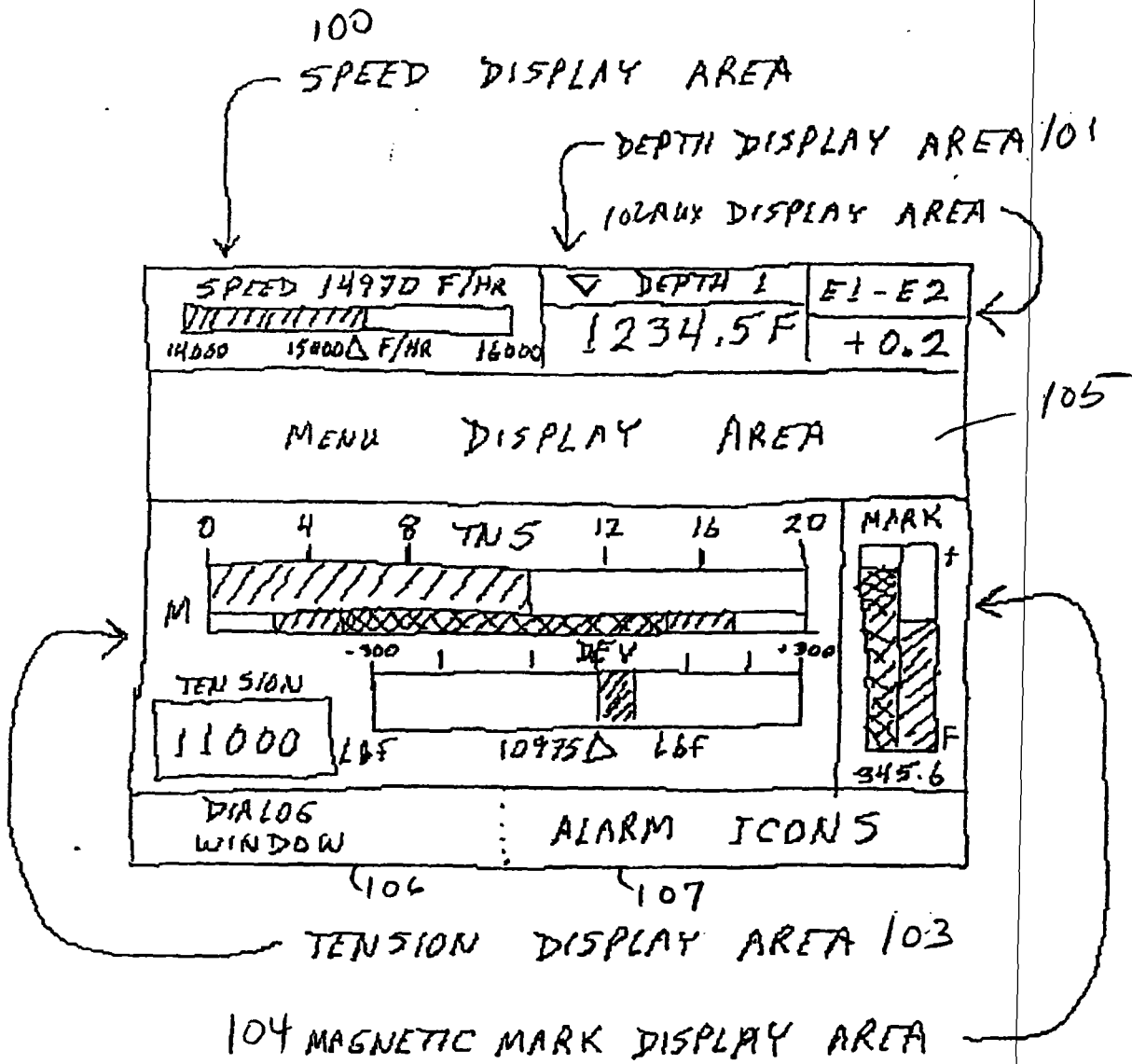


Fig. 6

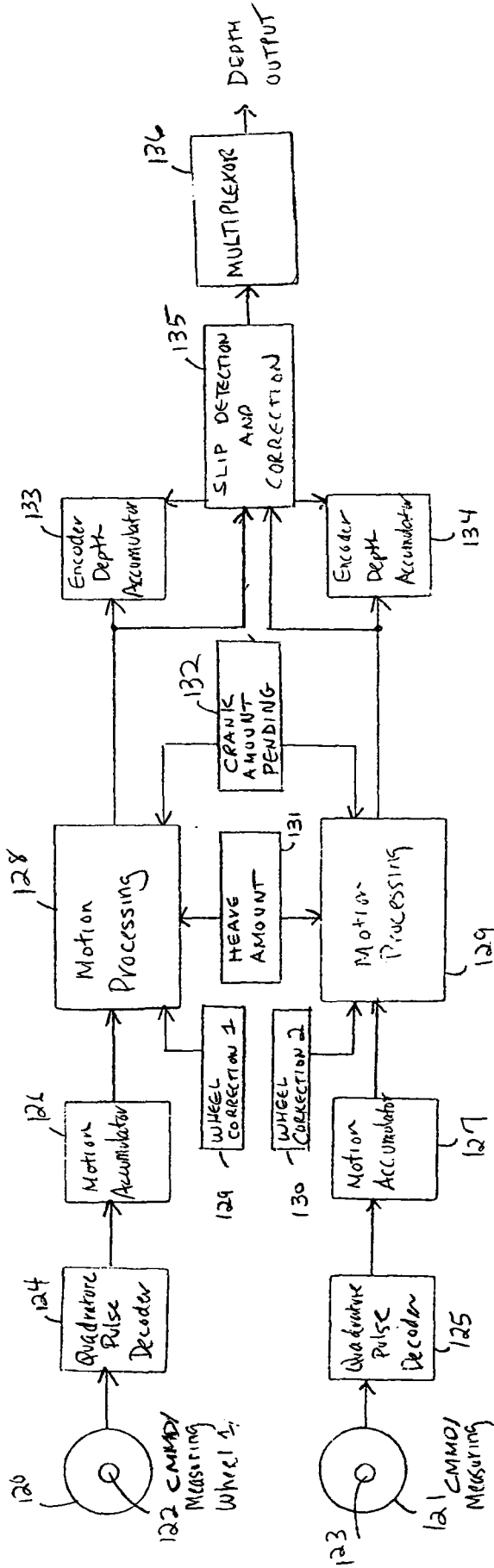
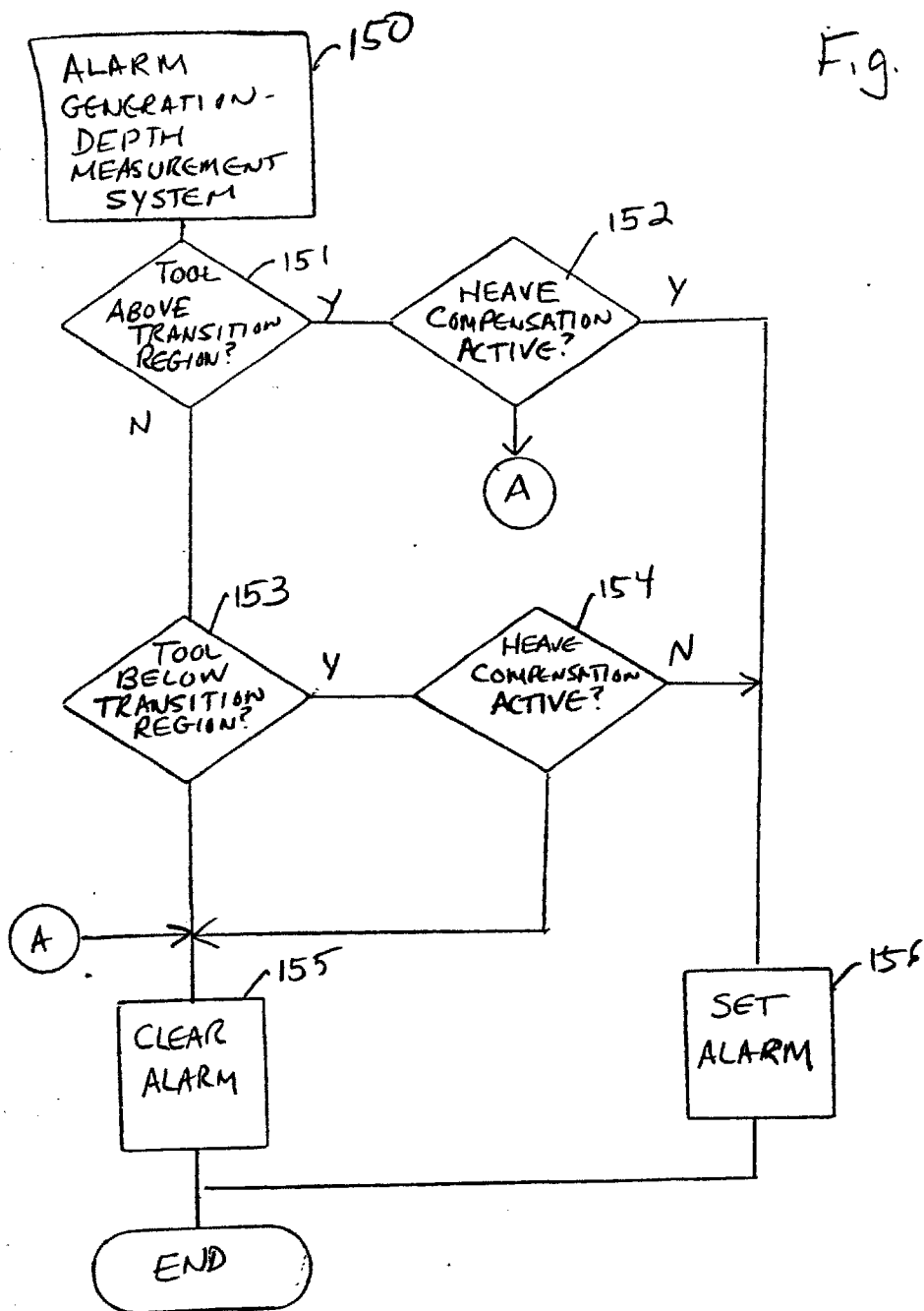


Fig. 7

[Handwritten signature]



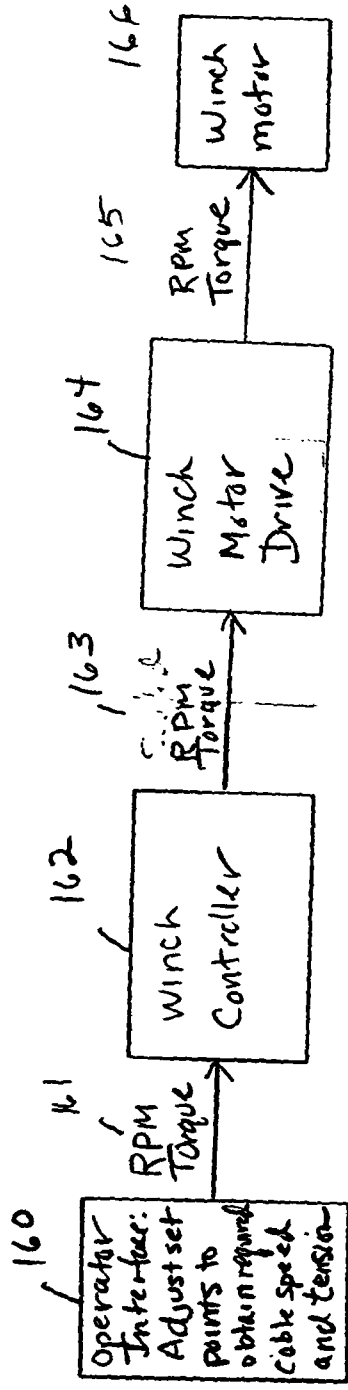
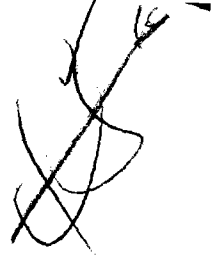


Fig 9



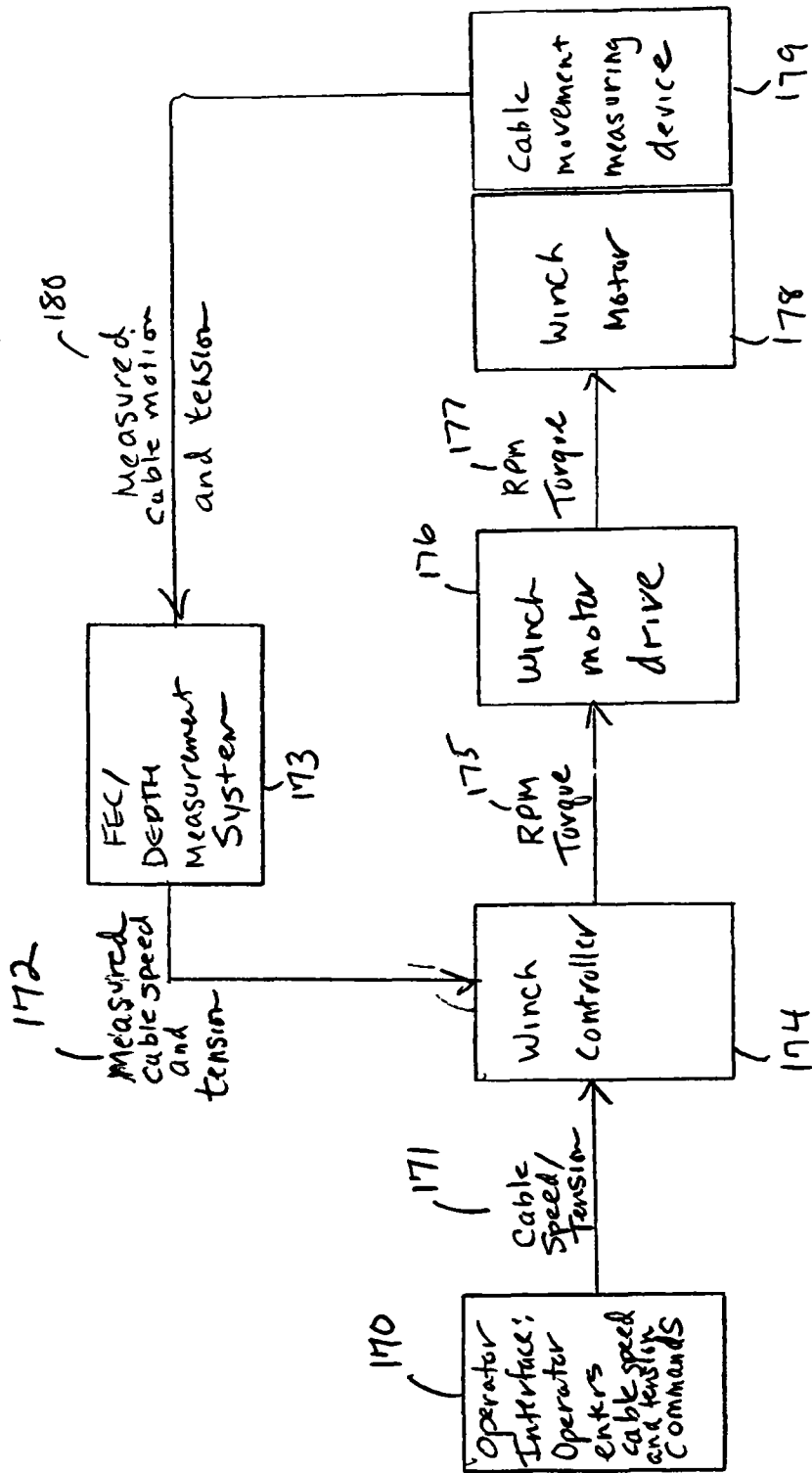


Fig 10

[Handwritten signature]

101

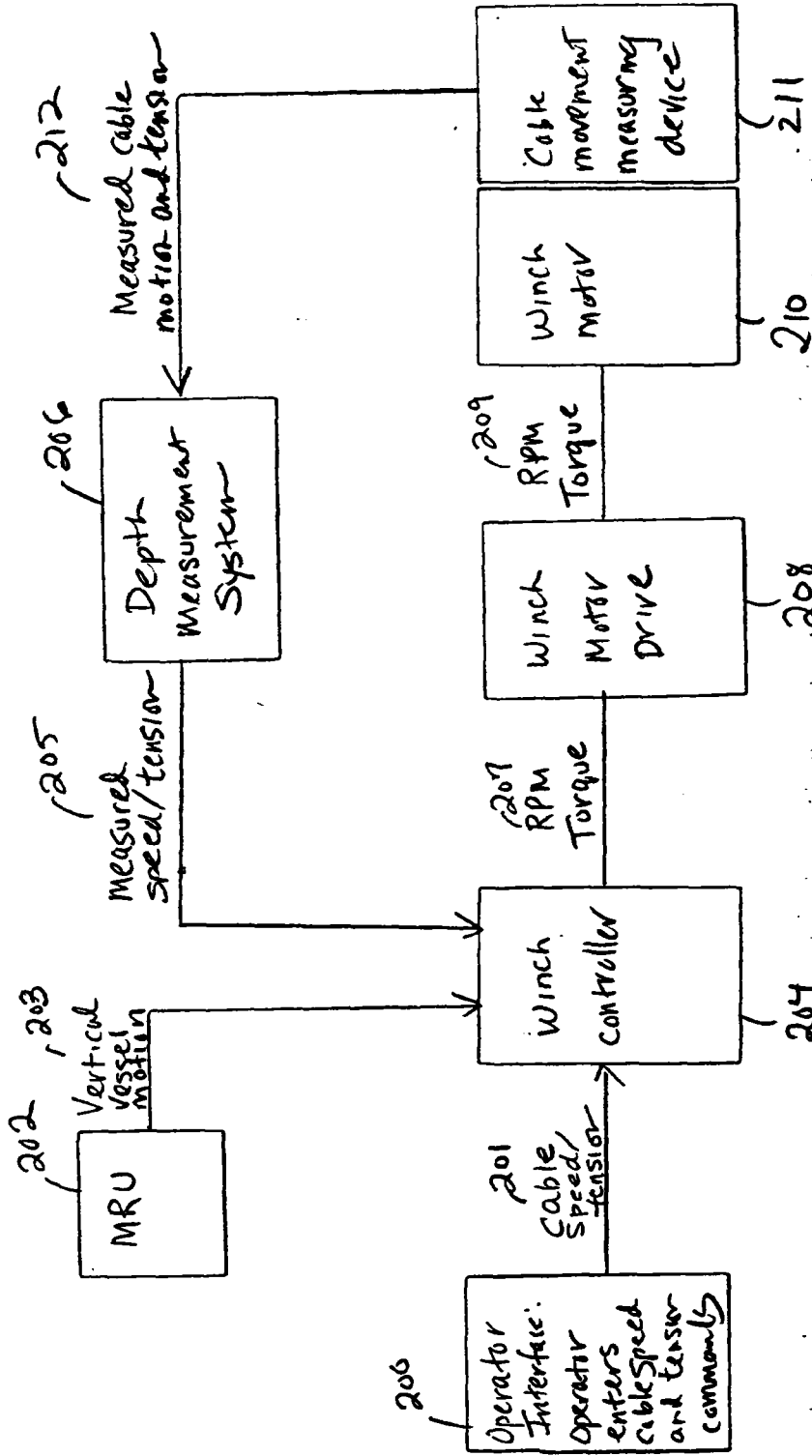


Fig. 11

[Handwritten signature]

140
102

ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

A TODOS A QUIENES LLEGUE EL PRESENTE:

DEPARTAMENTO DE COMERCIO DE LOS ESTADOS UNIDOS

Oficina de Marcas y Patentes

13 de abril de 2000.

LA PRESENTE CERTIFICA QUE LA ADJUNTA ES UNA COPIA TOMADA DE LOS REGISTROS DE LA OFICINA DE MARCAS Y PATENTES DE LOS ESTADOS UNIDOS, DE LOS DOCUMENTOS DE LA SOLICITUD DE PATENTE ABAJO IDENTIFICADA Y LA CUAL CUMPLE CON LOS REQUISITOS PARA QUE LE SEA CONFERIDA UNA FECHA DE RADICACIÓN SEGÚN 35 USC 111.

NÚMERO DE SOLICITUD 09/356,432

FECHA DE RADICACIÓN: 19 de julio de 1999

Por Autoridad del

COMISIONADO DE MARCAS Y PATENTES

(FIRMA) T. WALLACE

Oficial de Certificaciones

(SELLO DORADO DE OBLEA)

* * * *

No. 00038xx7-8

Estados Unidos de América
DEPARTAMENTO DE ESTADO

A todos a Quienes Llegue el Presente, Os Saludo:

Certifico que el documento adjunto se encuentra bajo el sello de la Oficina de Marcas y Patentes del Departamento de Comercio de los Estados Unidos de América y que a dicho sello debe dársele plena fe y crédito.

En Testimonio de lo cual, Yo, Madeleine K. Albright, Secretaria de Estado, he ordenado al Oficial de Autenticaciones suscribir mi nombre y colocar el sello del Departamento de Estado en la Ciudad de Washington, Distrito de Columbia, hoy 28 de abril de 2000.

Madeleine K. Albright - Seecretaria de Estado
Patrick O. Hatchett - Asistente del Oficial de
Autenticaciones. Departamento de Estado

EN ESPAÑOL: La legalización de la firma y cargo anterior por parte del Consulado de Colombia en Washington, D.C. de fecha 1 de mayo de 2000, bajo el No. 1114; y por el jefe de Legalizaciones del Ministerio de RR.EE. de fecha 3 de agosto de 2000, bajo el No. 310966.

103

#2
104

**SISTEMA DE CABRESTEO POR CABLE DE REGISTRO DE ELEVACIÓN
COMPENSADA Y MÉTODO DE USO.**

REIVINDICACIONES:

1. Un sistema para compensar el movimiento vertical de un tanque flotante que comprende:
 - a. un medio de control de cabresteo para recibir datos del movimiento vertical del tanque y puntos de ajuste de velocidad de la herramienta de registro;
 - b. un medio de cabresteo de cable de alambre para subir y bajar un cable dentro de un hoyo, conectado al medio de control del cabrestante y que comprende un motor de cabresteo para fijar y mover de manera giratoria un tambor de cable; el cable tiene al menos una herramienta de medición de registro fijada a un extremo del cable que se extiende del tambor del cable; y
 - c. el medio de control del cabrestante para combinar los datos de movimiento vertical y los puntos de ajuste de velocidad de la herramienta de registro para producir una señal de control del motor del cabrestante para controlar el movimiento rotatorio del tambor del cable con el fin de que el cable logre un movimiento dentro del hoyo a una velocidad controlada independiente del movimiento vertical del tanque.
2. Un sistema para compensar el movimiento vertical de un tanque flotante, que comprende:

un medio de control de cabresteo para recibir datos del movimiento vertical del tanque y puntos de ajuste de velocidad de la herramienta de registro;

b. un medio de cabresteo de cable de alambre para subir y bajar un cable dentro de un hoyo, conectado al medio de control del cabrestante y que comprende un motor de cabresteo para fijar y mover de manera giratoria un tambor de cable; el cable tiene al menos una herramienta de medición de registro fijada a un extremo del cable que se extiende del tambor del cable; y

c. el medio de control del cabrestante para combinar los datos de movimiento vertical y los puntos de ajuste de velocidad de la herramienta de registro para producir una señal de control del motor de cabresteo para controlar el movimiento rotatorio del tambor del cable con el fin de que el cable logre un movimiento dentro del hoyo a una velocidad controlada independiente del movimiento vertical del tanque.

3. El sistema según la reivindicación 1 que además el medio de control del cabrestante recibe puntos de ajuste de tensión de la herramienta de registro y combina los puntos de ajuste de tensión de la herramienta de registro con los datos de movimiento vertical y los puntos de fijación de velocidad de la herramienta de registro para producir la señal de control del motor del cabrestante.

4. El sistema según la reivindicación 1, en el cual la velocidad controlada es sustancialmente constante.

5. El sistema según la reivindicación 2, en el cual la velocidad controlada es sustancialmente constante.

6. El sistema según la reivindicación 1, que además comprende:

106

a. un medio de cálculo de profundidad para recibir los datos del movimiento vertical del tanque y los datos medidos del movimiento del cable; y

b. el medio de cálculo de profundidad para calcular un error de profundidad por compensación de elevación mediante la combinación de los datos medidos del movimiento del cable y los datos del movimiento vertical del tanque.

7. El sistema según la reivindicación 2 que además comprende:

a. un medio de cálculo de profundidad para recibir los datos del movimiento vertical del tanque y los datos medidos del movimiento del cable; y

b. el medio de cálculo de profundidad para calcular un error de profundidad por compensación de elevación mediante la combinación de los datos medidos del movimiento del cable y los datos del movimiento vertical del tanque.

8. El sistema según la reivindicación 3 que además comprende:

a. medio de cálculo de velocidad para recibir los datos del movimiento vertical del tanque y el movimiento medido del cable; y

b. medio de cálculo de velocidad para calcular un error de profundidad por compensación de elevación mediante la combinación del movimiento medido del cable y los datos de tensión y los datos del movimiento vertical del tanque.

9. El sistema según la reivindicación 8 en el cual el error de profundidad por compensación de elevación se salva junto con los datos de la herramienta de medición del registro de las herramientas de medición del registro.

10. El sistema según la reivindicación 9, en el cual el error de profundidad por compensación de elevación es utilizado para compensar una medición de profundidad de los datos de herramientas de medición del registro.

11. El sistema según la reivindicación 3, en el cual los datos del movimiento vertical comprenden posición vertical del tanque, velocidad y aceleración.

12. El sistema según la reivindicación 3, en el cual los datos recibidos del movimiento vertical y la combinación de los datos del movimiento vertical y la velocidad de la herramienta de registro y los puntos de ajuste de la tensión para producir una señal de control del motor del cabrestante por el medio de control del cabrestante ocurre en tiempo real.

13. El sistema según la reivindicación 8 que además comprende un medio de generación de alarma para producir una señal de alarma cuando la herramienta de registro está próxima a quedar en posición por encima del hoyo y el modo de compensación de la elevación está activo.

14. El sistema según la reivindicación 8 que además comprende un medio de generación de alarma para producir una señal de alarma que indique que se debe activar un modo de operación por compensación de elevación.

15. El sistema según la reivindicación 13, en el cual la señal de alarma aparece en una consola del operador conectada al medio de cálculo de profundidad.

16. El sistema según la reivindicación 14 en el cual la señal de alarma aparece en una consola del operador conectada al medio de cálculo de velocidad.

17. El sistema según la reivindicación 8, en el cual el operador ingresa el punto de ajuste de velocidad y el punto de ajuste de tensión en una interfaz de operador conectada al medio de control del cabrestante.

18. El sistema según la reivindicación 8, en donde el operador ingresa el punto de ajuste de velocidad y el punto de ajuste de tensión en un tablero de control de soporte del operador conectado al medio de control del cabrestante a través del cabestreo por cable.

19. El sistema según la reivindicación 8, en el cual la señal de control del motor del cabrestante comprende un valor RPM y un valor de torsión.

20. El sistema según la reivindicación 3 que además comprende un primer medio de control y representación del operador para ingresar los comandos del operador, representar el estado del sistema del cabrestante y proveer retroalimentación a un estado de compensación de elevación del operador.

21. El sistema según la reivindicación 20 que además comprende un segundo medio de control y representación del operador.

22. Un método para compensar el movimiento vertical de un tanque flotante que comprende:

a. recibir datos del movimiento vertical del tanque y puntos de ajuste de velocidad de la herramienta de registro por un medio de control de cabresteo;

b. subir y bajar un cable dentro de un hoyo por un medio de cabestreo de cable conectado al medio del control del cabrestante, que comprende un motor de cabresteo para fijar y mover de manera giratoria un tambor de cable; el cable tiene al menos una herramienta de medición de registro fija a un extremo del cable que se extiende desde el tambor del cable; y

c. combinar los datos del movimiento vertical y los puntos de ajuste de velocidad de la herramienta de registro para controlar el movimiento giratorio del tambor del cable con el fin de que el cable logre un movimiento dentro del hoyo a una velocidad controlada independiente del movimiento vertical del tanque.

23. Un método para compensar el movimiento vertical de un tanque flotante, que comprende:

a. recibir datos del movimiento vertical del tanque y puntos de ajuste de velocidad de la herramienta de registro por un medio de control de cabresteo;

b. subir y bajar un cable dentro de un hoyo por un medio de cabresteo de cable conectado al medio del control del cabrestante, que comprende un motor del cabrestante para fijar y mover de manera giratoria un tambor de cable; el cable tiene al menos una herramienta de medición de registro fija a un extremo del cable que se extiende desde el tambor del cable; y

c. combinar los datos del movimiento vertical y los puntos de ajuste de velocidad de la herramienta de registro para controlar el movimiento giratorio del tambor del cable con el fin de que el cable logre un movimiento dentro del hoyo a una velocidad controlada independiente del movimiento vertical del tanque.

24. El método según la reivindicación 22, que además comprende recibir puntos de ajuste de tensión de la herramienta de registro y producir una señal de control del motor del cabrestante combinando los puntos de ajuste de tensión de la herramienta de registro con los datos del movimiento vertical y los puntos de ajuste de velocidad de la herramienta de registro.

25. El método según la reivindicación 22 que además comprende:

47
109

110

a. recibir datos del movimiento vertical del tanque y datos medidos del movimiento del cable ; y

b. calcular un error de profundidad por compensación de altura por el medio de cálculo de profundidad combinando los datos medidos del movimiento del cable y los datos del movimiento vertical del tanque.

26. El método según la reivindicación 23 que además comprende:

a. recibir datos del movimiento vertical del tanque y datos medidos del movimiento del cable ; y

b. calcular un error de profundidad por compensación de altura por el medio de cálculo de profundidad combinando los datos medidos del movimiento del cable y los datos del movimiento vertical del tanque.

27. El método según la reivindicación 24 que además comprende:

a. recibir datos del movimiento vertical del tanque y datos medidos del movimiento del cable ; y

b. calcular un error de profundidad por compensación de altura por el medio de cálculo de profundidad combinando los datos medidos del movimiento del cable y los datos del movimiento vertical del tanque.

28. El método según la reivindicación 27, que además comprende salvar el valor de error de profundidad por compensación de elevación junto con los datos de la herramienta de medición del registro.

29. El método según la reivindicación 28 que además comprende compensar una medición de profundidad de los datos de la herramienta de medición del registro utilizando el valor de error de profundidad por compensación de altura.

30. El método según la reivindicación 24, en el cual los datos del movimiento vertical comprenden posición vertical del tanque, velocidad y aceleración.

31. El método según la reivindicación 27 que además comprende salvar el valor de error de profundidad por compensación de altura junto con los datos de la herramienta de medición del registro.

32. El método según la reivindicación 31 que además comprende compensar una medición de profundidad de los datos de la herramienta de medición del registro utilizando el valor de error de profundidad por compensación de altura.

33. El método según la reivindicación 27, en el cual los datos del movimiento vertical comprenden posición vertical del tanque, velocidad y aceleración.

34. El método según la reivindicación 24, en el cual los datos del movimiento vertical recibidos y la combinación de los datos del movimiento vertical y los puntos de ajuste de velocidad de la herramienta del registro y los puntos de ajuste de la tensión para producir una señal de control del motor del cabrestante por el medio de control del cabrestante ocurre en tiempo real.

35. El método según la reivindicación 27 que además comprende producir una señal de alarma por un medio de generación de alarmas cuando la herramienta de registro está próxima a quedar en una posición por encima del hoyo.

36. El método según la reivindicación 35 que además comprende producir una señal de alarma por un medio de generación de alarmas cuando la herramienta de registro está próxima a entrar en contacto con el fondo de un pozo.

37. El método según la reivindicación 36 que comprende representar la señal de alarma en una consola el operador conectada al medio de cálculo de la profundidad.

38. El método según la reivindicación 37 que además consiste en que aparezca la señal de alarma en la consola del operador conectada al medio de cálculo de profundidad.

39. El método según la reivindicación 24 que además consiste en ingresar los puntos de ajuste de velocidad y tensión por un operador en una interfaz de operador conectada al medio de control del cabrestante.

40. El método según la reivindicación 24 que además consiste en ingresar los puntos de ajuste de velocidad y tensión por un operador en un tablero de controles de soporte conectado al medio de control del cabrestante a través del cable de cabresteo.

41. El método según la reivindicación 24 en el cual la señal de control del motor del cabrestante comprende un valor RPM un valor de torsión.

42. El método según la reivindicación 24, que además consiste en ingresar comandos de operador donde se represente el estado del sistema de cabresteo y se provea retroalimentación a un operador del estado de compensación de elevación en un medio de control y representación de operador.

43. Un programa de computación para calcular un valor de error de profundidad por compensación elevada que comprende:

a. recibir velocidad medida de un primer dispositivo de medición de movimiento de cable;

b. convertir la velocidad medida en una distancia física y aplicar corrección de desgaste de rueda, cantidad de compensación elevada y

cantidad de compensación de cárter en espera de producir un primer incremento neto de movimiento;

c. aplicar una corrección de detección de deslizamiento al primer incremento neto de movimiento y convertir el incremento neto de movimiento en un primer valor de profundidad;

d. recibir velocidad medida de un segundo dispositivo de medición de movimiento de movimiento de cable;

e. convertir la velocidad medida en una distancia física aplicar corrección de desgaste de ruela, cantidad de compensación elevada y cantidad de compensación de cárter en espera de producir un segundo incremento neto de movimiento;

f. aplicar una corrección de detección de deslizamiento al segundo incremento neto de movimiento y convertir el incremento neto de movimiento en un segundo valor de profundidad; y

g. seleccionar bien sea el primer valor de profundidad o el segundo valor de profundidad que sea más avanzado en dirección de movimiento de cable.

44. El programa de computación de la reivindicación 43 que además consiste en salvar el valor de profundidad seleccionado junto con los datos de la herramienta de medición del registro.

45. El programa de computación de la reivindicación 44 que además consiste en utilizar el valor de profundidad seleccionado para compensar una medición de profundidad de los datos de la herramienta de medición del registro.

46. El sistema según la reivindicación 1, en el cual el motor del cabrestante es un motor de corriente alterna de velocidad variable.

122
114

47. Un sistema para compensar el movimiento vertical de un tanque flotante que comprende:

- a. un controlador de cabresteo para recibir los datos del movimiento vertical del tanque de una unidad de referencia de movimiento y puntos de ajuste de velocidad de la herramienta de registro ingresados por operador desde un tablero de control; el controlador de cabresteo tiene una lógica de control que responde a los datos de movimiento y a los puntos de ajuste de velocidad de la herramienta de registro ingresados por el operador para producir una señal de control de cabresteo;
- b. un motor de cabresteo conectado a la señal de control de cabresteo y que tiene un impulsor de salida, en el cual el motor de control de cabresteo ajusta la velocidad y la dirección del impulsor de salida en respuesta a la salida de señal de control del cabresteo;
- c. un tambor de cable conectado al impulsor de salida y conectado a un cable que tiene fijo al menos una herramienta de medición de registro; y
- d. el motor del cabrestante ajusta la velocidad y la dirección del impulsor de salida con el fin de lograr el movimiento del cable dentro de un hoyo a una velocidad controlada

50. Un sistema según la reivindicación 49 que además comprende:

- a. un sistema de medición de profundidad para recibir datos del movimiento vertical del tanque y datos medidos del movimiento del cable; y

el sistema de medición de profundidad calcula un error de profundidad por compensación elevada mediante la combinación de datos medidos del movimiento de cable y los datos de movimiento vertical del tanque.

51. El método según la reivindicación 24, en el cual la velocidad controlada es sustancialmente constante.

423

~~10~~

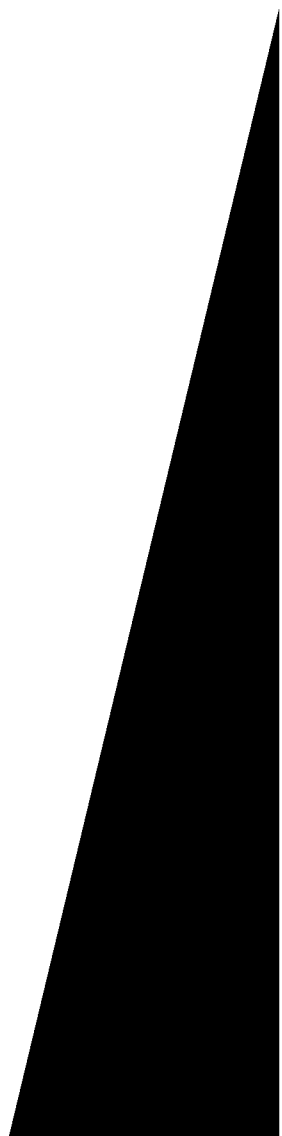
115

116

ANTECEDENTES

En general, la presente invención está relacionada con sistemas de cabrestante controlados por computadora para diagrfía por cabo de alambre. Más específicamente, la invención es un sistema de cabrestante para diagrfía por cabo de alambre controlado por computadora con movimiento vertical compensado que compensa los efectos del movimiento vertical en instalaciones flotantes que realizan diagrfía por cabo de alambre.

La diagrfía por cabo de alambre es el proceso mediante el cual se realiza la inspección de pozos petroleros o gasíferos para determinar sus propiedades geológicas, petrofísicas o geofísicas usando instrumentos de medición electrónicos que se introducen en el pozo de sondeo mediante un alambre de acero blindado, conocido como cabo de alambre. El cabo de alambre se deposita en un tambor de cabrestante, el cual provee el mecanismo para bajar el mismo dentro del pozo mediante una serie de roldanas para asegurar la alineación apropiada. Las mediciones hechas por instrumentos de agujeros de perforación asegurados al cabo de alambre se transmiten a la computadora de adquisición de datos ubicada en la superficie a través de conductores eléctricos en el cabo de alambre. Para estimular las formaciones y los fluidos dentro del pozo de sondeo se usan herramientas eléctricas, acústicas, nucleares y de imágenes, y luego los instrumentos electrónicos de medición miden la respuesta de las formaciones y los fluidos. Un dispositivo montado cerca del tambor de alambre en la superficie determina la profundidad a la cual se registran estas mediciones. El dispositivo mide el movimiento del alambre hacia adentro y afuera del pozo



117

y se conoce como el sistema de profundidad. La diagrafía de pozo por cabo de alambre contiene el registro de las series de mediciones de las formaciones y los fluidos encontrados en el pozo de sondeo con respecto de la ubicación del agujero de perforación en el cual se hacen las mediciones. A menudo las mediciones sin procesar se presentan en forma de un gráfico de coordenadas x-y con la ubicación, en donde se hace registrar la medición en el eje y, y la medición misma se registra en el eje de las x. La ubicación en donde se hace la medición se denomina la profundidad. Es una medida de la distancia entre una posición de referencia, generalmente ubicada en algún lugar en la superficie sobre el pozo, y la ubicación dentro del agujero de perforación.

La exactitud y calidad de los datos de diagrafía por cabo de alambre obtenidos a partir de dicha disposición depende de la suavidad del movimiento del cabo de alambre y de las herramientas de diagrafía de agujero de perforación que se extienden desde el cabo de alambre a una velocidad conocida y controlada, junto con la determinación precisa de la profundidad a la cual se hacen las mediciones de diagrafía por cabo de alambre. La profundidad puede calcularse midiendo la cantidad de alambre desenrollado o en el cabrestante que puede ajustarse a las condiciones en el agujero de perforación y a las características del alambre. Una característica del alambre que puede ajustarse es el estiramiento del alambre, que es una función de la temperatura, presión, tensión y longitud del alambre.

Para una configuración fija del cabo de alambre, tal como una plataforma terrestre de perforación o una plataforma fija mar adentro, la medición de la profundidad y la velocidad del alambre es relativamente sencilla. Esto se debe a que las variables del sistema pueden medirse y explicarse. En una plataforma

terrestre de perforación o una plataforma de perforación fija, hay una distancia fija entre un punto de referencia en la superficie del pozo en sí y el cabrestante. Debido a que la distancia es fija, la misma puede ajustarse automáticamente a partir del cálculo de la profundidad. Sin embargo, cuando el cabrestante está instalado en una nave flotante, la que típicamente puede ser una plataforma semi-sumergible, un barco o una gabarra de perforación, los sistemas convencionales de diagráfia por cabo de alambre no toman en cuenta el movimiento de la plataforma misma debido a efectos de la marea o del movimiento de las olas. En una instalación de nave flotante, la distancia entre el punto de referencia en la superficie del pozo y el cabrestante no es fija, y la distancia cambia en relación con la marea y las olas. Si se ignora, el componente vertical de este movimiento en relación con el pozo de sondeo tendrá un efecto adverso en la clasificación y análisis de los datos de diagráfia. El movimiento del alambre de cabo de alambre y las herramientas de diagráfia de agujero de perforación inducido por el movimiento de la plataforma, el barco o gabarra de perforación no se medirá. Este mismo problema ocurre si la plataforma es fija pero el cabrestante de cabo de alambre está ubicado en un buque nodriza flotante.

Otros sistemas han tratado de minimizar los efectos del movimiento de las olas en los datos de diagráfia por alambre de cabo de alambre. Con frecuencia el sistema se compensa de manera tal que la configuración del alambre de cabo de alambre se mantiene fija con respecto a un dato de referencia conocido, generalmente el fondo marino. Normalmente esto se logra haciendo interfaz con el sistema de compensación de la plataforma de perforación, y usándola para anclar la plataforma de cabo de alambre al dato fijo. Un dispositivo de compensación, usualmente en la corona de la plataforma, trata de mantener

120
119

constante la distancia del alambre usando un dispositivo electro-hidráulico. Este dispositivo tiene limitaciones en su precisión y en la amplitud del movimiento sobre el que puede compensar puesto que depende de un sistema de compensación pasivo diseñado para cadenas de tubería de perforación muy pesadas y usa alambres de acero para anclar la roldana superior de cabo de alambre al lecho marino. El sistema de adquisición por cabo de alambre supone entonces que la configuración no es cambiante y es fija. Este tipo de sistema es costoso y necesita gran mantenimiento. Alternativamente, puede insertarse un dispositivo electromecánico entre el cabrestante y la roldana superior para ser usada únicamente para diagráfia de pozo. Puesto que la diagráfia de pozo se hace con poca frecuencia, a menudo este dispositivo permanece ocioso. En estos dos tipos de sistemas no se hacen correcciones para los errores inducidos por compensación incompleta del movimiento vertical.

RESUMEN

La presente invención resuelve el problema del movimiento de las olas en los datos de diagráfia por cabo de alambre, en primer lugar compensando físicamente el movimiento vertical en el cabrestante de cabo de alambre, y en segundo lugar calculando y registrando cualquier error en dicha compensación física de manera tal que la verdadera profundidad a la cual se hace la medición es registrada, junto con la medición de diagráfia de pozo por cabo de alambre. Tanto el sistema de compensación física como el registro de los errores en ese sistema de compensación física utilizan información sobre el movimiento físico de la plataforma en sí, obtenida de una unidad de referencia de movimiento (MRU). Un cabrestante de cabo de alambre controlado eléctricamente suministra la compensación física del

movimiento vertical. El cabrestante de cabo de alambre está fijo a la estructura misma de la plataforma sin ningún sistema de compensación externo conectado. El movimiento del alambre de cabo de alambre debido al movimiento vertical lo mide la unidad de referencia de movimiento y lo compensa el cabrestante con un cambio correspondiente en el movimiento y/o la dirección del alambre de cabo de alambre. Esto garantiza que los datos de diagráfia por cabo de alambre se adquieran a una velocidad constante y conocida. Cualquier error en esta compensación es detectado por el sistema de profundidad dentro de una computadora de adquisición de datos ubicada en la superficie, se registra y puede usarse para ajustar la verdadera profundidad a la cual se registran las mediciones de diagráfia por cabo de alambre.

La presente invención comprende un sistema y un método para compensar el movimiento vertical de una nave flotante que tiene medios de control por cabrestante para recibir datos del movimiento vertical de la nave y puntos fijos de la velocidad de la herramienta de diagráfia y un cabrestante por cabo de alambre para subir y bajar un cabo de alambre dentro de un pozo de sondeo, conectado al medio de control por cabrestante y que comprende un motor de cabrestante para unirlo a un tambor de alambre y moverlo de manera giratoria, en donde el cabo de alambre tiene por lo menos una herramienta de medición de diagráfia unida a un extremo del cabo de alambre que se extiende desde el tambor de alambre. El medio de control por cabrestante combina los datos de movimiento vertical y los puntos fijos de velocidad de la herramienta de diagráfia para producir una señal de control del motor de cabrestante para controlar el movimiento gi-

121

ratorio del tambor de alambre a fin de ~~que~~ hacer que el cabo de alambre logre moverse dentro del pozo de sondeo a una velocidad controlada, la cual puede ser esencialmente constante e independiente del movimiento vertical de la nave. El sistema puede compensar también el movimiento vertical de una nave flotante usando medios de control por cabrestante para recibir datos del movimiento vertical de la nave y puntos fijos de tensión de la herramienta de diagráfia y un cabrestante por cabo de alambre para subir y bajar un cabo de alambre dentro de un pozo de sondeo, conectado al medio de control por cabrestante y que comprende un motor de cabrestante para unirlo a un tambor de alambre y moverlo de manera giratoria, en donde el cabo de alambre tiene por lo menos una herramienta de medición de diagráfia unida a un extremo del cabo de alambre que se extiende desde el tambor de alambre. El medio de control por cabrestante combina los datos de movimiento vertical y los puntos fijos de tensión de la herramienta de diagráfia para controlar el movimiento giratorio del tambor a fin de hacer que el cabo de alambre logre moverse dentro del pozo de sondeo a una velocidad controlada, la cual puede ser esencialmente constante e independiente del movimiento vertical de la nave. De manera alternativa, la velocidad y los puntos fijos de tensión de la herramienta de diagráfia pueden usarse simultáneamente junto con el movimiento vertical de la nave para producir una señal de control del motor de cabrestante. La señal de control del motor de cabrestante comprende un valor de RPM y un valor de torque. Producir una señal de control del motor de cabrestante por medio del control de cabrestante puede hacerse en tiempo real.

El sistema comprende además un medio para calcular la profundidad a fin de recibir datos del movimiento vertical de la nave y datos del movimiento medido del cabo de alambre y para calcular un error de profundidad por compensación de movimiento vertical combinando los datos del movimiento medido del cabo de alambre y los datos del movimiento vertical de la nave. Los datos de movimiento vertical comprenden posición vertical, velocidad y aceleración de la nave. El error de profundidad por compensación de movimiento vertical se guarda junto con los datos de herramienta de medición de diagráfia de las herramienta de medición de diagráfia. El error de profundidad puede usarse para compensar una medición de profundidad de los datos de herramienta de medición de diagráfia.

El sistema comprende además un medio de generación de alarma para producir una señal de alarma cuando la herramienta de diagráfia está a punto de entrar en una posición sobre el pozo de sondeo y se activa un modo de compensación de movimiento vertical, o cuando debe activarse un modo de operación de compensación de movimiento vertical. Las señales de alarma se visualizan en una consola de visualización del operador conectada al medio de cálculo de profundidad. Se suministran por lo menos los medios de control y visualización de operador para introducir los comandos de operador, visualizando el estado del sistema de cabrestante y suministrando retroalimentación a un operador compensación de movimiento vertical.

La presente invención comprende un programa de computación para calcular un valor de error de profundidad por compensación de movimiento vertical que comprende recibir una velocidad medida desde un primer dispositivo

de medición de movimiento de alambre y convertir la velocidad medida en una distancia física. Se aplican una corrección de desgaste de rueda, una cantidad de compensación de movimiento vertical y una cantidad de compensación de mani-
vela para producir un primer incremento de movimiento neto . Se aplica una co-
rrección de detección de movimiento al primer incremento de movimiento neto y
el primer incremento de movimiento neto se convierte en un primer valor de pro-
fundidad. Se repite el proceso para recibir una velocidad medida desde un
segundo dispositivo de medición de movimiento de alambre y se determina un
segundo valor de profundidad. Entonces se selecciona el primer valor de profun-
didad o el segundo valor de profundidad que sea más avanzado en la dirección
del movimiento del alambre. El valor de profundidad se guarda junto con los da-
tos de herramienta de medición de diagrafía. El mismo puede usarse para com-
pensar una medición de profundidad de la medición de diagrafía.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Estas y otras características, aspectos y ventajas de la presente invención se comprenderán mejor con respecto de la siguiente memoria descriptiva, reivindicaciones anexas y dibujos que se acompañan, en donde:

La figura 1 es un diagrama que muestra un sistema de cabrestante pa-
ra diagrafía por cabo de alambre con movimiento vertical compensado
montado en una nave flotante.

La figura 2 es un diagrama del cabrestante de la figura 1.

La figura 3 es un diagrama de bloque del sistema de compensación de
movimiento físico vertical y de la corrección física hecha por el cabrestante.

La figura 4 es un diagrama de bloque de sistema del sistema de cabrestante para diagráfia por cabo de alambre con compensación de movimiento vertical.

La figura 5 es un diagrama de arquitectura de red del controlador de cabrestante de cabo de alambre con interfaces de sistema y operador.

La figura 6 es el diagrama de un monitor típico de estado de diagráfia por cabrestante de cabo de alambre.

La figura 7 muestra un diagrama de bloque del hardware/software del sistema de procesamiento de medición de profundidad.

La figura 8 es un diagrama de flujo de la función de generación de alarma del sistema de medición de profundidad.

La figura 9 es un diagrama de flujo de control de operación del cabrestante en modo manual.

La figura 10 es un diagrama de flujo de control de operación del cabrestante en modo crucero.

La figura 11 muestra un diagrama de control de flujo de operación del cabrestante en modo movimiento vertical compensado.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LOS DIBUJOS

La figura 1 es un diagrama que muestra el sistema de cabrestante para diagráfia por cabo de alambre con movimiento vertical compensado montado en una plataforma flotante. El sistema también puede montarse en varios tipos de naves flotantes o naves semi-sumergibles que pueden usarse para realizar diagráfia por cabo de alambre.

La figura 2 es un diagrama del cabrestante 10 de la figura 1. Refiriéndonos ahora a las figuras 1 y 2, el cabrestante 10 está montado en un patín 11 ubicado en la plataforma flotante 13. Un controlador de cabrestante 14, conectado de manera adyacente o remota al cabrestante 10, suministra los comandos para controlar la acción del cabrestante 10 y por medio de ello controlar el movimiento vertical del cabo de alambre 15 dentro del pozo 21. El patín de cabrestante 11 es capaz de recibir un tambor de alambre 22, el cual puede ser un tambor grande o pequeño que usa o bien una configuración de siete alambres o de un solo alambre. Las herramientas de diagráfia 20 están unidas a un extremo del cabo de alambre 15. Una computadora para cabo de alambre 16 hace interfaz con el controlador de cabrestante 14. Un dispositivo de medición de movimiento de alambre 12, el cual mide la velocidad y tensión del alambre a medida que el alambre sale del tambor de alambre 22, está montado por cardán y ubicado justamente fuera del cabrestante 10 y comprende dos ruedas ubicadas lado a lado con el cabo de alambre 15 que corre entre las ruedas. El dispositivo de medición del movimiento del alambre puede comprender un dispositivo o dos dispositivos. Si hay dos dispositivos, normalmente uno mide la velocidad del alambre y el otro mide la tensión del alambre. A medida que el cabo de alambre 15 se mueve, el dispositivo de medición del movimiento del alambre mide electrónicamente la cantidad y dirección de rotación de la rueda. Una roldana superior 17 y una roldana inferior 18 se usan para alinear el cabo de alambre 15 con el pozo y con el cabrestante. Una unidad de referencia de movimiento (MRU) 19 colocada cerca del cabo de alambre 15 suministra la posición vertical, velocidad y aceleración medidas de la plataforma flotante 13 en el piso de la cabria y suministra esa información al controlador de cabrestante 14, el cual usa la información junto con los datos de

medición del dispositivo de medición de movimiento de alambre 12 para controlar el cabrestante 10 y compensar físicamente el movimiento vertical en el cabo de alambre 15 cambiando la velocidad y/o dirección del movimiento del cabo de alambre 15. El controlador de cabrestante 14 también suministra la información de movimiento vertical a la computadora para cabo de alambre 16. La computadora para cabo de alambre 16 usa la información de movimiento vertical y los datos de medición del dispositivo de medición de movimiento de alambre 12 para detectar cualquier error en la compensación física y para registrar la verdadera profundidad a la que se toman las mediciones de diagráfia por cabo de alambre.

La figura 3 es un diagrama de bloque del sistema de compensación de movimiento físico vertical y de la corrección física hecha por el cabrestante. La unidad de referencia de movimiento (MRU) 30 detecta el movimiento vertical de la plataforma de perforación, el cual es usado por el controlador de cabrestante 31 y la computadora para cabo de alambre de procesamiento de profundidad 32. Basándose en el movimiento vertical, el controlador de cabrestante 31 calcula los cambios necesarios en la velocidad y dirección del motor de cabrestante 34 para mantener el cabo de alambre 37 y la herramienta de diagráfia por cabo de alambre 36 a una velocidad constante o controlada mientras se bajan o se suben en el pozo de sondeo. El controlador de cabrestante 31 envía una orden para cambiar la velocidad y dirección al motor de transmisión de cabrestante 33, el cual a su vez controla al motor de cabrestante 34. El dispositivo de medición de movimiento de alambre (CMMD) 35 mide el movimiento del alambre y la tensión del cabo de alambre 37 a medida que sale del tambor de cabrestante. Esta medición toma en cuenta la cantidad de corrección aplicada físicamente al cabo de alambre 37 y la medición se envía a la

computadora para cabo de alambre 32. El sistema de medición de profundidad dentro de la computadora para cabo de alambre 32 detecta cualquier error en esta compensación comparando el movimiento vertical real mientras es medido por la unidad de referencia de movimiento (MRU) 30, con la corrección física hecha por el cabrestante. Cualquier error en la compensación física puede usarse para ajustar la verdadera profundidad a la que se registran las mediciones.

Volviendo ahora a la figura 4, la misma muestra un diagrama de bloque de sistema del sistema de cabrestante para diagráfia por cabo de alambre con compensación de movimiento vertical. El controlador de cabrestante 40 comprende un controlador lógico programable (PLC) 41 y un motor de transmisión de cabrestante 42, el cual puede ser un motor de transmisión de velocidad variable. El controlador de cabrestante 40 calcula los parámetros para controlar con exactitud el movimiento del cabrestante de cabo de alambre 46. El movimiento del cabrestante se logra a través del motor de transmisión de cabrestante 42 y el motor 43, los cuales se conectan usando un cable eléctrico. Usando las características del motor de cabrestante y un modelo de motor de cabrestante, el motor de transmisión de cabrestante 42 puede controlar con exactitud el motor 43 usando la frecuencia y el voltaje del motor. Un codificador montado en el eje del motor se conecta al motor de transmisión de cabrestante a fin de lograr una precisión mejorada. El control remoto entrada/salida (I/O) 44 del cabrestante se comunica con el controlador lógico programable (PLC) 41. El control remoto entrada/salida (I/O) 44 del cabrestante recoge información y envía órdenes a sistemas auxiliares en el cabrestante tales como los frenos, dirección, oscilación, luz, panel de control de respaldo del operador (HMI) 48 y alarmas generales. La unidad de referencia de movimiento (MRU) 47 suministra la

128

información vertical sobre la plataforma o la nave flotante al controlador de cabrestante 40 la cual se envía para su procesamiento al sistema de medición de profundidad 54 que está en la computadora para cabo de alambre 53. El controlador de cabrestante 40 usa la información vertical (la cual comprende posición, velocidad y aceleración) para calcular la compensación física necesaria en la velocidad y dirección del motor 43 para mantener el cabo de alambre 55 y la herramienta de diagráfia por cabo de alambre 50 a una velocidad constante. El sistema de medición de profundidad 54 dentro de la computadora para cabo de alambre 53 acepta la velocidad y tensión de alambre medidas del dispositivo de medición de movimiento de alambre 49. Usando la posición vertical de la unidad de referencia de movimiento (MRU) 47, a través de la computadora controladora de entrada 52, y la velocidad y tensión de alambre medidas, el sistema de medición de profundidad 54 calcula cualquier error en la compensación física para calcular la profundidad de la diagráfia en la cual se hacen las mediciones de diagráfia por cabo de alambre, las que luego son registradas por el software para diagráfia por cabo de alambre. Esta información se envía de regreso al controlador de cabrestante 40 a través de la computadora controladora de entrada 52, la cual suministra la interfaz entre el sistema de medición de profundidad 54 y el controlador lógico programable (PLC) 41. Órdenes del operador se introducen desde un panel de control de cabrestante y monitor de interfaz humano-máquina (HMI) 51, los cuales contienen controles y monitores de operador. La interfaz humano-máquina (HMI) 51 también puede usarse para controlar otras funciones para diferentes procesos de plataforma tales como perforación o bombeo. Dependiendo de los diversos modos de operación, el controlador 40 con su controlador lógico programable (PLC) 41 procesa la información de la computadora para cabo de alambre 53 y la unidad de referencia de movimiento (MRU) 47

129

y los comandos de operador de la interfaz humano-máquina (HMI) 51 para determinar la velocidad y el torque del motor 43 y envía esta información al motor de transmisión de cabrestante 42 para su ejecución. El motor de transmisión de cabrestante 42, el cual puede ser un motor de transmisión de velocidad variable y corriente alterna, recibe comandos de RPM/torque y genera las señales eléctricas requeridas para controlar el motor de cabrestante 43. El motor de transmisión de cabrestante 42 tiene sus propios sensores incorporados para RPM (con un tacómetro montado en el motor) y torque. El mismo intercambia los estados comenzar/detener y freno encendido/apagado con el controlador lógico programable (PLC) 41. Luego el controlador de cabrestante 40 energiza el freno en consecuencia a través del control remoto entrada/salida (I/O) 44. Los dispositivos de cabrestante 46 son componentes eléctricos y electro-neumáticos que controlan el frenado, la oscilación, el enrollado y otras funciones del cabrestante. Estos componentes son activados a través del control remoto entrada/salida (I/O) 44. Una interfaz humano-máquina de panel de respaldo de operador 48 se usa para control de respaldo y permite al operador ejecutar un conjunto reducido de comandos de operador. El panel de respaldo de operador (BCT) 48 puede usarse en lugar del panel de control de cabrestante, cuando, por ejemplo, la interfaz de operador humano-máquina (HMI) 51 se usa para controlar otras funciones para diferentes procesos de plataforma. La interfaz de operador humano-máquina (HMI) 48 está conectada al controlador de cabrestante por medio del control remoto entrada/salida (I/O) 44. El sistema de medición de profundidad 54 entra en interfaz con un monitor de alarma y control 56 para mostrarle a un operador información sobre el estado de alarma y control.

130

El tambor de alambre 45 puede ser un tambor grande o pequeño bien con siete alambres o con un solo alambre. El tambor de alambre 45 puede tener un diámetro de reborde entre aproximadamente 76,2 cm y 152,4 cm y una capacidad máxima de longitud de alambre de aproximadamente 12.000 m., dependiendo del diámetro de reborde y el diámetro del alambre. El tambor de alambre 45 puede estar equipado con un paso de avance de 3,8 cm (entre aproximadamente (BCT) 72 y 80 dientes), bloques de almohadilla y una superficie de banda de freno en ambos lados del tambor de alambre 45. En modo normal (sin onda compensada), con una transmisión de velocidad variable de 140 kVA (110 kW) y dependiendo del tipo y tamaño del tambor de alambre, el cabrestante permite la entrega de una velocidad máxima de alambre de aproximadamente 45 m/s y una velocidad mínima de alambre de aproximadamente 3 cm/s y una tensión máxima en línea de 11823,3 Kg. ó 116 MN

Volviendo ahora a la figura 5, donde se muestra un diagrama de arquitectura de red del controlador de cabrestante de cabo de alambre e interfaces de operador. El controlador lógico programable de controlador de cabrestante (PLC) 60 se comunica con el controlador de cabrestante o el motor de transmisión de cabrestante 61, la computadora controladora de entrada 62, el control remoto entrada/salida (I/O) (WRIO) 63 y la unidad uno de referencia de movimiento (MRU 1) 75 y la unidad dos de referencia de movimiento (MRU 2) 75 por medio de un bus de comunicación 66. Puede haber uno o más dispositivos de unidad de referencia de movimiento para suministrar la aceleración lineal estimada, la posición relativa estimada y la velocidad lineal estimada en el eje vertical. El motor de transmisión de cabrestante 61 está conectado con el motor de cabrestante ubicado en el cabrestante 74. El control remoto entrada/salida

131

(I/O) 63 del cabrestante entra en interfaz con el panel de control de respaldo del operador (BCT) 72 y envía señales de comando de operador desde el panel de control de respaldo del operador (BCT) 72 al controlador lógico programable de controlador de cabrestante (PLC) 60 que contiene un controlador de extremo frontal (FEC) 67, un sistema de profundidad 68 y un sistema de procesamiento de mediciones (SEC) 70. El dispositivo de medición de movimiento de alambre envía la tensión y velocidad del alambre al sistema de medición de profundidad 68. El sistema de medición de profundidad envía una alarma e información de control del cabrestante directamente al monitor de alarma y control 78. La misma información enviada al monitor de alarma y control 78 se envía también a la computadora controladora de entrada 62. La computadora controladora de entrada 62 vuelve a formatear estos datos según sea necesario y los envía para ser visualizados en el panel de control del cabrestante y al monitor de interfaz humano-máquina (HMI) 77 por medio del controlador lógico programable (PLC) 60. Las mediciones de herramienta de diagráfia 80 se envían al sistema de procesamiento de mediciones (SEC) 70 dentro de la computadora para cabo de alambre 69. El sistema de procesamiento de mediciones (SEC) 70 combina la salida del sistema de medición de profundidad y las mediciones de diagráfia por cabo de alambre y envía esa información para ser registrada. El controlador lógico programable (PLC) 60 está conectado eléctricamente a la sala de control eléctrico de entrada/salida 71. El controlador lógico programable (PLC) 60 se comunica con el panel de control del cabrestante y el monitor de interfaz humano-máquina (HMI) 77 por medio de un bus de comunicación 79. El el cabrestante 74 puede ser controlado desde varias ubicaciones, que incluyen el panel de control del cabrestante y el monitor de interfaz humano-máquina (HMI) 77 y el panel de control de respaldo del operador (BCT) 72. El controlador lógico programable

(PLC) 60 se comunica con el panel de control del cabrestante y el monitor de interfaz humano-máquina (HMI) 77 y envía el estado y los parámetros de control del cabrestante junto con mensajes de error.

La figura 6 muestra el diagrama de una visualización típica de estado de diagrafía por cabrestante de cabo de alambre. Hay un área de visualización de velocidad del alambre de cabo de alambre de cabrestante 100, un área de profundidad de herramienta de diagrafía 101, un área de visualización auxiliar 102, un área de visualización de tensión del alambre 103, un área de visualización de marca magnética 104 y un área de visualización de menú 105. La visualización contiene también una ventana de diálogo 106 e iconos de alarma 107.

La figura 7 muestra un diagrama de bloque del hardware/software del sistema de procesamiento de medición de profundidad. El dispositivo de medición de movimiento de alambre (CMMD) 12 de la figura 2 está montado por cardán y ubicado justamente fuera del cabrestante y está fijado al eje de balanceo. Un cabo de alambre está asegurado entre dos ruedas de medición de profundidad integradas 120 y 121 por medio de guías de alambre y rodillos de resorte. En cada rueda hay un codificador giratorio 122 y 123 que mide la cantidad y dirección de rotación, en donde dos veces π el radio de cada una de las ruedas de medición 120 y 121 es igual a la cantidad de movimiento del alambre. Se provee redundancia de mediciones porque cada uno de los codificadores 120 y 121 (sic) mide separadamente la cantidad y dirección de rotación y las mediciones de cada una de las ruedas de medición 120 y 121 se procesan en paralelo. Primero, las mediciones de las ruedas de medición 120 y 121 que incluyen datos de cuadratura no pro-

cesados son recibidas por los descodificadores de pulso de cuadratura 124 y 125 y son convertidas en cuentas de incremento o decremento las cuales son introducidas a los acumuladores de movimiento 126 y 127 en donde un movimiento detectable de las ruedas de medición 120 y 121 corresponde a una cuenta de acumulador. Luego, el software comienza el procesamiento de movimiento 128, 129. Las cuentas de acumulador, las cuales corresponden a incrementos o decrementos de movimiento durante un período de tiempo de muestra, son convertidas en una distancia física. Corrección de rueda para cada rueda 128 y 129, cantidad de movimiento vertical 131 (según sea medida por la unidad de referencia de movimiento MRU) y compensación de manivela 132 se aplican según sea necesario. La corrección de rueda 129, 130 compensa los cambios por desgaste de la rueda de medición puesto que a medida que se usan, las ruedas se desgastan de manera tal que el radio de la rueda cambia y debe aplicarse una corrección de rueda correspondiente. Si está pendiente una cantidad de compensación de manivela 132, la misma se aplica durante el procesamiento de movimiento. La compensación de manivela es un ajuste manual al cabo de alambre que el ingeniero puede introducir para emular mecánicamente un montaje de embrague que estaba presente en los primeros sistemas de cabrestante. El ingeniero fija lenta y uniformemente la cantidad de compensación de manivela (cambio en la cantidad de cabo de alambre) y la alimentación electrónica en el cambio al cabo de alambre durante algún período de movimiento del alambre. Si se selecciona el modo de compensación de movimiento vertical, también se aplica una medición de movimiento vertical 131 que se ha obtenido de una unidad de referencia de movimiento. La salida de la función de procesamiento de movimiento 128, 129 es el incremento de movimiento neto y la velocidad del alambre. El incremento de movimiento neto

se calcula restando la cantidad de movimiento vertical del movimiento medido del alambre, en donde el movimiento medido del alambre es el movimiento de la herramienta de diagráfia más la compensación efectiva de movimiento vertical aplicada por el control de cabrestante. Cualquier detección y corrección de desplazamiento del alambre 135 se añade al incremento de movimiento neto y el resultado se convierte a profundidad en los acumuladores de profundidad de codificador 133 y 134. En el multiplexor 136 se usa un algoritmo para elegir la mejor de dos estimaciones de ambas ruedas de medición 120 y 121 basadas en la medición más avanzada en la dirección del movimiento del alambre. Luego la profundidad medida se lleva del sistema de diagráfia a los monitores de operador y a una función de generación de alarma para ser registrada.

La figura 8 es un diagrama de flujo de la función de generación de alarma del sistema de medición de profundidad 150. Una alarma se fija en 156 cuando la herramienta de diagráfia de pozo está fuera de la región de transición y el cabrestante no está en el modo apropiado. Una región de transición es una longitud designada del pozo en la cual es seguro tener la compensación de movimiento vertical encendida o apagada. Cuando la compensación de movimiento vertical está apagada y la herramienta está detenida, la herramienta no se mueve con respecto a la plataforma, pero sí se mueve con respecto al pozo y al lecho marino. Con la compensación de movimiento vertical encendida, la herramienta se mueve con respecto a la plataforma, pero está estacionario con respecto a las formaciones en el pozo. Fuera de la región de transición, hacia la superficie, la compensación de movimiento vertical debe mantenerse apagada de manera que la herramienta pueda manejarse con seguridad en el piso de la plataforma. Fuera de la región de

80
135

transición, hacia el fondo del pozo, la compensación de movimiento vertical debe mantenerse encendida de manera que el movimiento de la herramienta con respecto a las formaciones en el pozo no sea afectado por el movimiento de la plataforma. Si la herramienta está por encima de la región de transición 151 y la compensación de movimiento vertical 152 está encendida, una alarma se fija en 156. Si la herramienta está por encima de la región de transición 151 y la compensación de movimiento vertical 152 está apagada, la alarma se borra en 155. Si la herramienta está por debajo de la región de transición 153 y la compensación de movimiento vertical 154 está apagada, una alarma se fija en 156. Si la herramienta está por debajo de la región de transición 153 y la compensación de movimiento vertical 154 está activa, la alarma se borra en 155. La alarma puede entonces visualizarse en el monitor de alarma y control y también puede estar disponible para visualización en el panel de control del cabrestante y el monitor de interfaz humano-máquina HMI.

El cabrestante puede ser operado en tres modos de operación: modo manual (figura 9), modo crucero (figura 10) y modo movimiento vertical compensado (figura 11).

La figura 9 es un diagrama de flujo de control de operación del cabrestante en modo manual. En este modo, el operador ajusta manualmente los puntos de fijación de RPM y torque en la interfaz de operador para obtener la velocidad y tensión de alambre 160 requeridas. La RPM/torque 161 se envía al controlador de cabrestante 162, la cual ajusta los comandos de RPM/torque 163 y los envía al motor de transmisión de cabrestante 164 el cual a su vez envía los comandos de RPM/torque 165 al motor de cabrestante 166. El controlador de cabrestante 162 contiene un

contador de revoluciones de tambor que da la cantidad de revoluciones del motor y por lo tanto el número de revoluciones del tambor. Cuando la velocidad y profundidad del alambre se reciben desde el controlador de extremo frontal FEC, se hace una comparación para cada revolución de tambor para calcular la relación entre profundidad y revoluciones de tambor y entre velocidad del alambre y RPM del motor. Cuando dejan de recibirse la velocidad y profundidad del alambre, se usa la relación para calcular una velocidad de alambre y profundidad de herramienta estimadas. Cuando la tensión del alambre se recibe desde el controlador de extremo frontal FEC, se hace una comparación para cada revolución de tambor para calcular la relación entre la tensión de alambre y el torque del motor del cabrestante. Cuando ya no se recibe la tensión del alambre, la relación se usa para calcular una tensión de alambre estimada.

La figura 10 es un diagrama de flujo de control de operación del cabrestante en modo crucero. En el modo crucero, el operador en la interfaz de operador 170 introduce comandos de velocidad de alambre y tensión de alambre 171. La velocidad de alambre y tensión de alambre medidas 172 son calculadas por el controlador de extremo frontal (FEC) dentro del sistema de medición de profundidad 173 usando un dispositivo de medición de movimiento de alambre 179, el movimiento y tensión de alambre medido 180, y son transmitidas al controlador de cabrestante. Usando la velocidad de alambre y tensión de alambre 171 introducidas por el operador y la velocidad de alambre y tensión de alambre medidas 172, el controlador de cabrestante 174 calcula y ajusta los comandos de RPM/torque 175 y los envía al motor de transmisión de cabrestante 176, el cual a su vez envía los comandos de RPM/torque al motor de cabrestante 178.

La figura 11 muestra un diagrama de control de flujo de operación del cabrestante en modo movimiento vertical compensado. En el modo movimiento vertical compensado, el operador en la interfaz de operador 200 introduce comandos de velocidad de alambre y tensión de alambre 201, los cuales son transmitidos al controlador de cabrestante 204. La unidad de referencia de movimiento (MRU) 202 suministra el movimiento vertical de la nave 203, la cual es usada también por el controlador de cabrestante 204. La velocidad de alambre y tensión de alambre medidas 205 son calculadas por el controlador de extremo frontal (FEC) dentro del sistema de medición de profundidad 206 usando un dispositivo de medición de movimiento de alambre 211, el movimiento y tensión de alambre medido 212, y son transmitidas al controlador de cabrestante. Usando la velocidad de alambre y tensión de alambre 201 introducidas por el operador, el movimiento vertical de la nave 203 de la unidad de referencia de movimiento (MRU) 202 y la velocidad de alambre y tensión de alambre medidas 205, el controlador de cabrestante 204 calcula y ajusta los comandos de RPM/torque 207 y los envía al motor de transmisión de cabrestante 208, el cual a su vez envía los comandos de RPM/torque al motor de cabrestante 210. El controlador de cabrestante 204 contiene un contador de revoluciones de tambor que da la cantidad de revoluciones del motor y por lo tanto el número de revoluciones del tambor. Cuando la velocidad y profundidad del alambre se reciben desde el controlador de extremo frontal FEC 206, se hace una comparación para cada revolución de tambor para calcular la relación entre profundidad y revoluciones de tambor y entre velocidad del alambre y RPM del motor. Cuando dejan de recibirse la velocidad y profundidad del alambre, se usa la relación para calcular una velocidad de alambre y profundidad de herramienta estimadas. Cuando la tensión

del alambre se recibe desde el controlador de extremo frontal FEC 206, se hace una comparación para cada revolución de tambor para calcular la relación entre la tensión de alambre y el torque del motor del cabrestante. Cuando ya no se recibe la tensión del alambre, la relación se usa para calcular una tensión de alambre estimada.

Aunque la presente invención se ha descrito en detalle con referencia a ciertas realizaciones preferidas, también son posibles otras realizaciones. Por lo tanto, el espíritu y alcance de las reivindicaciones anexas no deben estar limitados a las realizaciones preferidas descritas en este documento.

~~10~~
139

LO QUE SE REIVINDICA ES:

1. Un sistema para compensar el movimiento vertical de una nave flotante que comprende:

a. un medio de control de cabrestante con el fin de recibir los datos de movimiento vertical de la nave y los puntos fijos de velocidad de la herramienta de diagrafía;

b. un medio de cabrestante de cabo de alambre para subir y bajar un cabo de alambre dentro de una perforación de pozo, conectado al medio de control de cabrestante y que comprende un motor de cabrestante para enganchar y mover de manera giratoria un tambor de cable, el cabo de alambre tiene por lo menos una herramienta de medición de diagrafía unida a un extremo del cabo de alambre que se extiende desde el tambor de cable; y

c. el medio de control de cabrestante combina los datos de movimiento vertical y los puntos fijos de velocidad de la herramienta de diagrafía para producir una señal de control de motor de cabrestante para controlar el movimiento giratorio del tambor de cable con el fin de provocar que el cabo de alambre logre movimiento dentro de la perforación de pozo a una velocidad controlada independiente del movimiento vertical de la nave.

2. El sistema de acuerdo con la Reivindicación 1 que comprende además el medio de control de cabrestante recibe los puntos fijos de tensión de la herramienta de diagrafía y combina los puntos fijos de tensión de la herramienta de diagrafía con los datos de movimiento vertical y los puntos fijos de velocidad de la herramienta de diagrafía para producir la señal de control de motor de cabrestante.

3. El sistema de acuerdo con la Reivindicación 1 caracterizado porque la velocidad controlada es substancialmente

constante.

4. El sistema de acuerdo con la Reivindicación 1 que comprende además:

a. un medio para el cálculo de la profundidad con el fin de recibir los datos de movimiento vertical de la nave y los datos de movimiento del cabo de alambre medidos; y

b. el medio para el cálculo de la profundidad con el fin de calcular un error de profundidad de compensación por movimiento vertical mediante la combinación de los datos de movimiento del cabo de alambre medidos y los datos de movimiento vertical de la nave.

5. El sistema de acuerdo con la Reivindicación 2 que comprende además:

a. un medio para el cálculo de la profundidad con el fin de recibir los datos de movimiento vertical de la nave y los datos de movimiento del cabo de alambre medidos; y

b. el medio para el cálculo de la profundidad con el fin de calcular un error de profundidad de compensación por movimiento vertical mediante la combinación de los datos de movimiento y tensión del cabo de alambre medidos y los datos del movimiento vertical de la nave.

6. El sistema de acuerdo con la Reivindicación 5 caracterizado porque el error de profundidad de compensación por movimiento vertical es guardado junto con los datos de herramienta de medición de diagrafía de las herramientas de medición de diagraffa.

7. El sistema de acuerdo con la Reivindicación 6 caracterizado porque el error de profundidad de compensación por movimiento vertical es utilizado para compensar una medición de profundidad de los datos de la herramienta de medición de

diagrafia.

8. El sistema de acuerdo con la Reivindicación 2 caracterizado porque los datos de movimiento vertical comprenden la posición vertical, la velocidad y la aceleración de la nave.

9. El sistema de acuerdo con la Reivindicación 2 caracterizado porque la recepción de los datos de movimiento vertical y la combinación de los datos de movimiento vertical y los puntos fijos de tensión y velocidad de la herramienta de diagrafia para producir una señal de control de motor de cabrestante mediante el medio de control de cabrestante ocurren en tiempo real.

10. El sistema de acuerdo con la Reivindicación 5 que comprende además un medio para la generación de alarma con el fin de producir una señal de alarma cuando la herramienta de diagrafia está próxima a ingresar a una posición encima de la perforación de pozo y un modo de compensación por movimiento vertical está activo.

11. El sistema de acuerdo con la Reivindicación 5 que comprende además un medio para la generación de alarma con el fin de producir una señal de alarma que indica que un modo de compensación por movimiento vertical debe ser activado.

12. El sistema de acuerdo con la Reivindicación 10 caracterizado porque la señal de alarma es visualizada en una consola de visualización de operador conectada al medio de cálculo de profundidad.

13. El sistema de acuerdo con la Reivindicación 11 caracterizado porque la señal de alarma es visualizada en una consola de visualización de operador conectada al medio de cálculo de profundidad.

14. El sistema de acuerdo con la Reivindicación 5

7-1
142

caracterizado porque el operador ingresa el punto fijo de velocidad y el punto fijo de tensión en una interfaz de operador conectada al medio de control de cabrestante.

15. El sistema de acuerdo con la Reivindicación 5 caracterizado porque el operador ingresa el punto fijo de velocidad y el punto fijo de tensión en un panel de control de respaldo de operador conectado al medio de control de cabrestante a través del cabrestante del cabo de alambre.

16. El sistema de acuerdo con la Reivindicación 5 caracterizado porque la señal de control de motor de cabrestante comprende un valor de RPM y un valor de torque.

17. El sistema de acuerdo con la Reivindicación 2 que comprende además un primer medio de control y de visualización de operador para ingresar los comandos de operador, que representa visualmente el estado del sistema de cabrestante y provee la retroalimentación a un operador del estado de compensación por movimiento vertical.

18. El sistema de acuerdo con la Reivindicación 17 que comprende además un segundo medio de control y de visualización de operador.

19. Un método para compensar el movimiento vertical de una nave flotante que comprende:

a. recibir los datos de movimiento vertical de la nave y los puntos fijos de velocidad de la herramienta de diagráfia a través de un medio de control de cabrestante;

b. subir y bajar un cabo de alambre dentro de una perforación de pozo mediante un medio de cabrestante de cabo de alambre conectado al medio de control de cabrestante que comprende un motor de cabrestante para unir y mover giratoriamente un tambor de cable, el cabo de alambre tiene por

143

lo menos una herramienta de medición de diagrafía enganchada a un extremo del cable que se extiende desde el tambor de cable; y

c. combinar los datos de movimiento vertical y los puntos fijos de velocidad de la herramienta de diagrafía mediante el medio de control de cabrestante para producir una señal de control de motor de cabrestante con el fin de controlar el movimiento giratorio del tambor de cable para provocar que el cabo de alambre logre movimiento dentro de la perforación de pozo a una velocidad controlada independiente del movimiento vertical de la nave.

20. El método de acuerdo con la Reivindicación 19 que comprende además recibir los puntos fijos de tensión de la herramienta de diagrafía y producir una señal de control de motor de cabrestante a través de la combinación de los puntos fijos de tensión de la herramienta de diagrafía con los datos de movimiento vertical y los puntos fijos de velocidad de la herramienta de diagrafía.

21. El método de acuerdo con la Reivindicación 19 que comprende además:

a. recibir los datos de movimiento vertical de la nave y los datos de movimiento del cabo de alambre medidos en un medio de cálculo de profundidad; y

b. calcular un error de profundidad de compensación por movimiento vertical a través del medio de cálculo de profundidad mediante la combinación de los datos de movimiento del cabo de alambre medidos y los datos de movimiento vertical de la nave.

22. El método de acuerdo con la Reivindicación 19 que comprende además:

a. recibir los datos de movimiento vertical de la

144

nave y los datos de movimiento del cabo de alambre medidos en un medio de cálculo de profundidad; y

b. calcular un error de profundidad de compensación por movimiento vertical a través del medio de cálculo de profundidad mediante la combinación de los datos de tensión y movimiento del cabo de alambre medidos y los datos de movimiento vertical de la nave.

23. El método de acuerdo con la Reivindicación 22 que comprende además guardar el valor del error de profundidad de compensación por movimiento vertical junto con los datos de la herramienta de medición de diagrafía.

24. El método de acuerdo con la Reivindicación 23 que comprende además compensar una medición de profundidad de los datos de la herramienta de medición de diagrafía utilizando el valor del error de profundidad de compensación por movimiento vertical.

25. El método de acuerdo con la Reivindicación 23 caracterizado porque los datos de movimiento vertical comprenden la posición vertical, la velocidad y la aceleración de la nave.

26. El método de acuerdo con la Reivindicación 25 que comprende además guardar el valor del error de profundidad de compensación por movimiento vertical junto con los datos de la herramienta de medición de diagrafía.

27. El método de acuerdo con la Reivindicación 26 que comprende además compensar una medición de profundidad de los datos de la herramienta de medición de diagrafía utilizando el valor del error de profundidad de compensación por movimiento vertical.

28. El método de acuerdo con la Reivindicación 25 caracterizado porque los datos de movimiento vertical comprenden

145
la posición vertical, la velocidad y la aceleración de la nave.

29. El método de acuerdo con la Reivindicación 23 caracterizado porque la recepción de los datos de movimiento vertical y la combinación de los datos de movimiento vertical y los puntos fijos de tensión y velocidad de la herramienta de diagráfia para producir una señal de control de motor de cabrestante a través del medio de control de cabrestante ocurren en tiempo real.

30. El método de acuerdo con la Reivindicación 25 que comprende además producir una señal de alarma a través de un medio de generación de alarma cuando la herramienta de diagráfia está próxima a ingresar a una posición encima de la perforación de pozo.

31. El método de acuerdo con la Reivindicación 30 que comprende además producir una señal de alarma a través de un medio de generación de alarma cuando la herramienta de diagráfia está próxima a contactar un fondo de un pozo.

32. El método de acuerdo con la Reivindicación 31 que comprende además visualizar la señal de alarma en una consola de visualización de operador conectada a los medios de cálculo de profundidad.

33. El método de acuerdo con la Reivindicación 32 que comprende además visualizar la señal de alarma en una consola de visualización de operador conectada a los medios de cálculo de profundidad.

34. El método de acuerdo con la Reivindicación 23 que comprende además ingresar los puntos fijos de velocidad y de tensión a través de un operador en una interfaz de operador conectada al medio de control de cabrestante.

35. El método de acuerdo con la Reivindicación 23 que

146

comprende además ingresar los puntos fijos de velocidad y de tensión mediante un operador en un panel de control de respaldo de operador conectado al medio de control de cabrestante a través del cabrestante del cabo de alambre.

36. El método de acuerdo con la Reivindicación 23 caracterizado porque la señal de control de motor de cabrestante comprende un valor de RPM y un valor de torque.

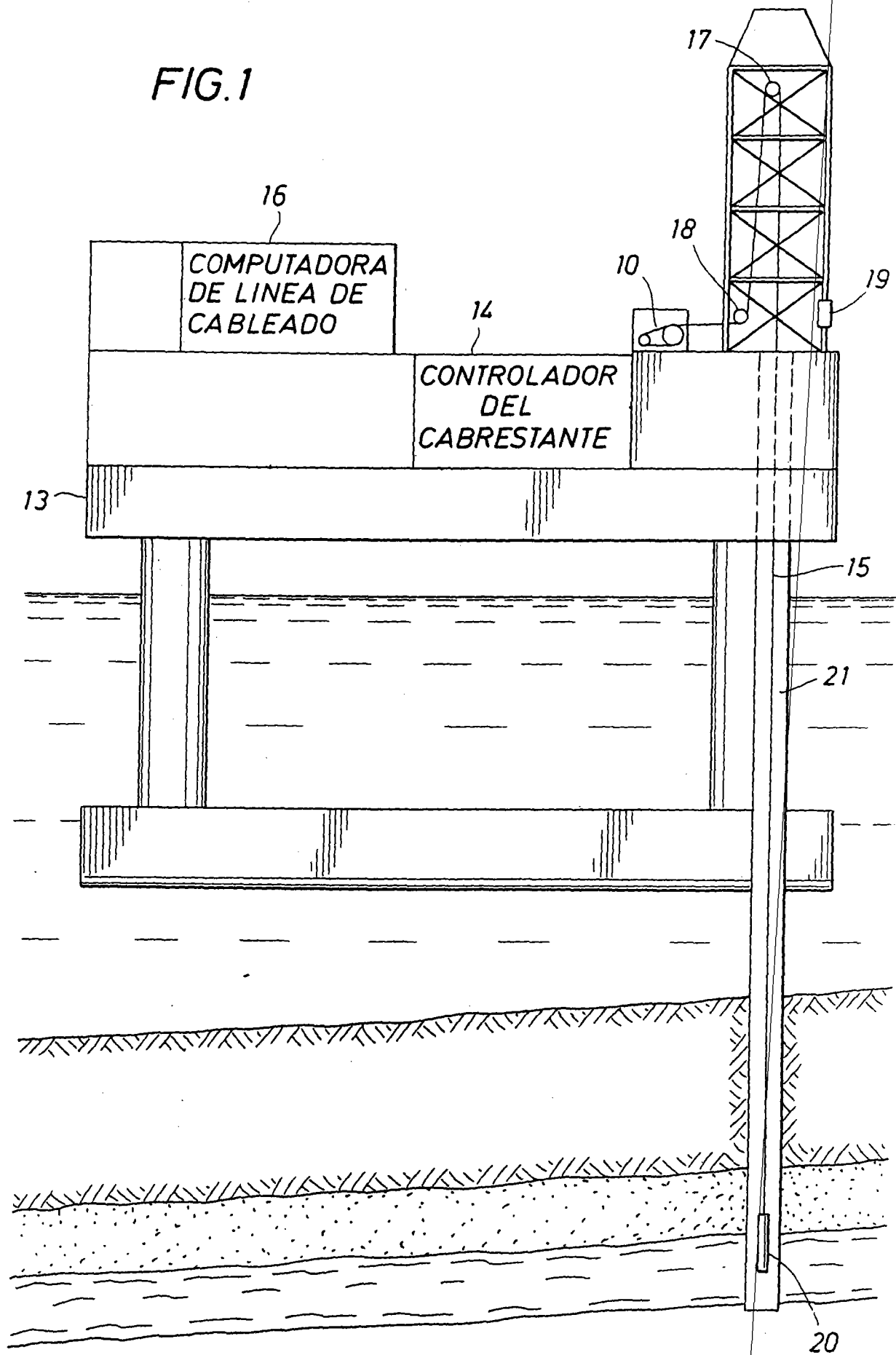
37. El método de acuerdo con la Reivindicación 23 que comprende además ingresar los comandos de operador, visualizar el estado del sistema de cabrestante y proveer la retroalimentación a un operador del estado de compensación por movimiento vertical en un medio de visualización y control de operador.

COMPENDIO

Un sistema de cabrestante de registro por línea de cableado de compensación por cabeceo controlado por computadora y método de uso que compensa por los efectos del movimiento de las olas sobre las instalaciones flotantes que efectúan mediciones de registro por línea de cableado. Un cabrestante de línea de cableado y un cable de línea de cableado con una herramienta de medición están instalados sobre una instalación flotante. El movimiento vertical de la embarcación es medido y es compensado físicamente por medio de un cambio en la velocidad del cable de la línea de cableado de manera tal que los datos de registro sean obtenidos a una velocidad controlada. Cualquier error en esta compensación física es detectado por un sistema de medición de profundidad y es usado para ajustar la profundidad verdadera a la cual las mediciones de la herramienta de registro están siendo registradas.

147

FIG. 1



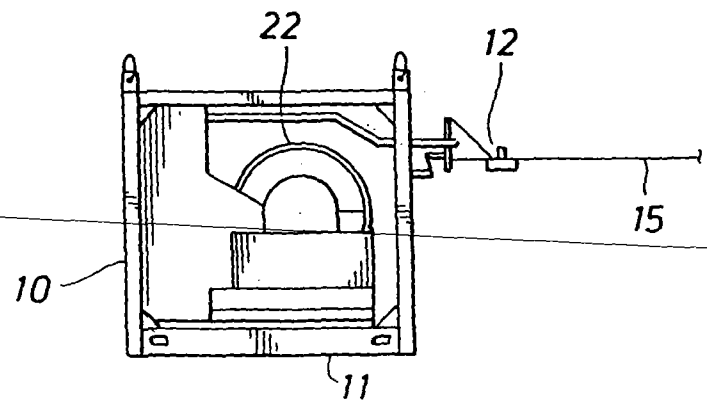
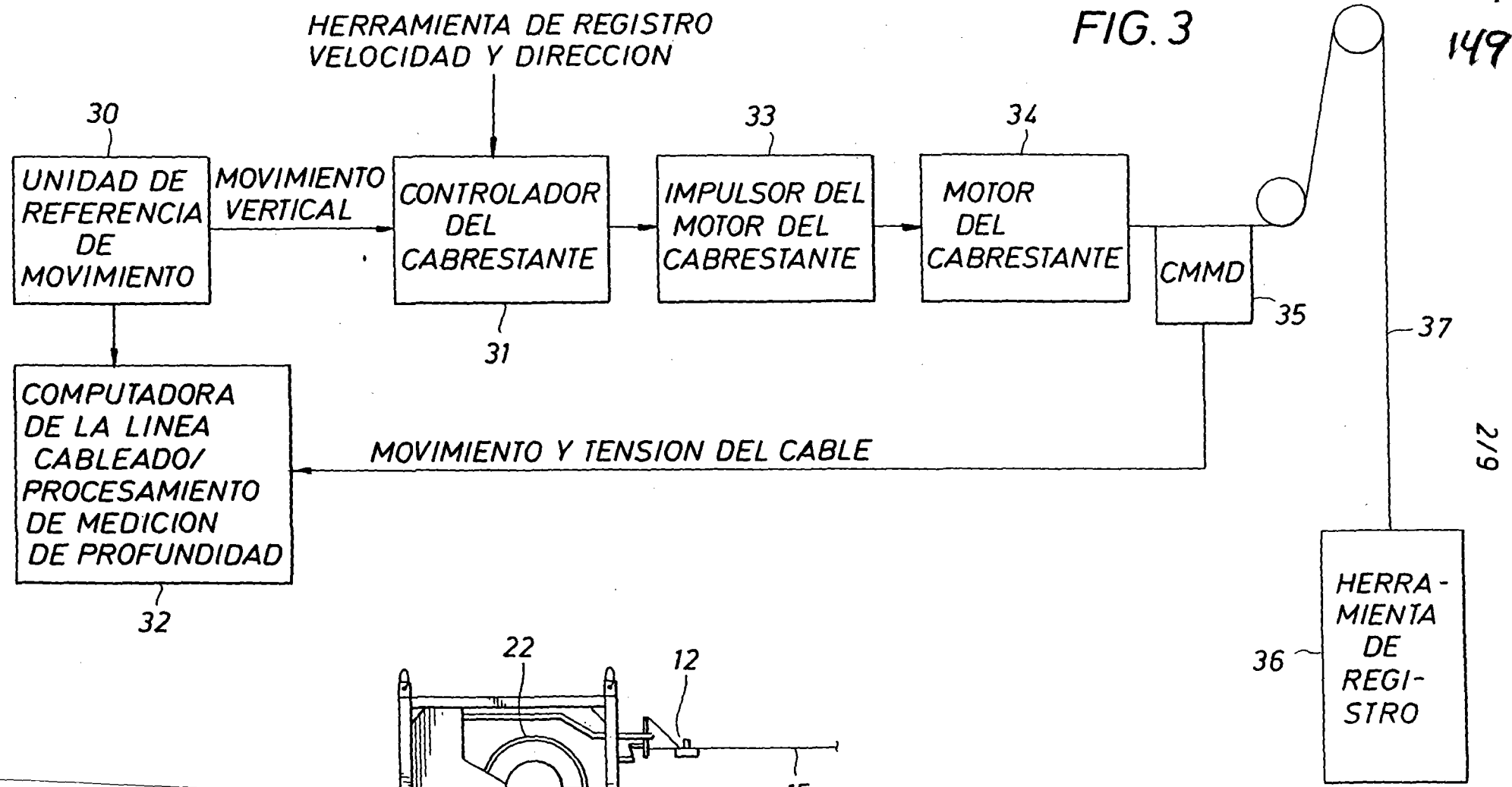
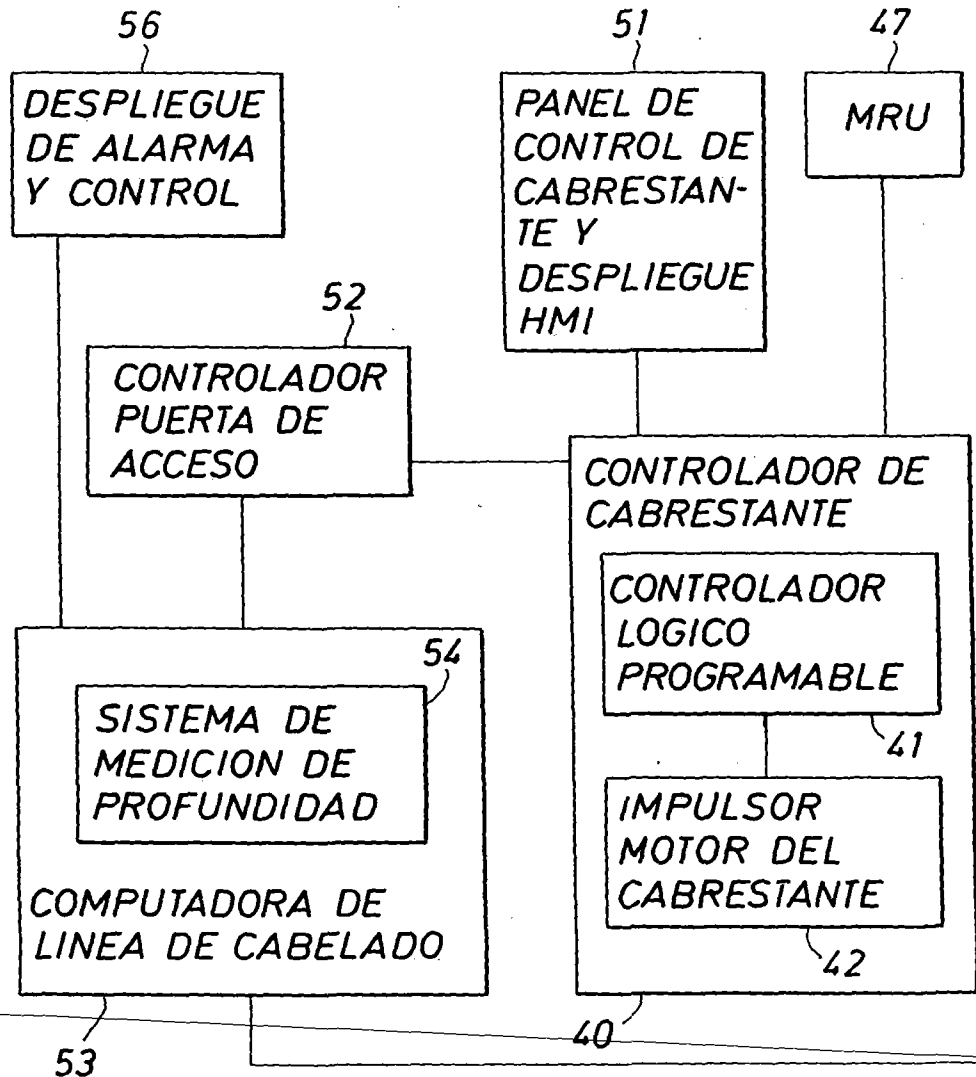


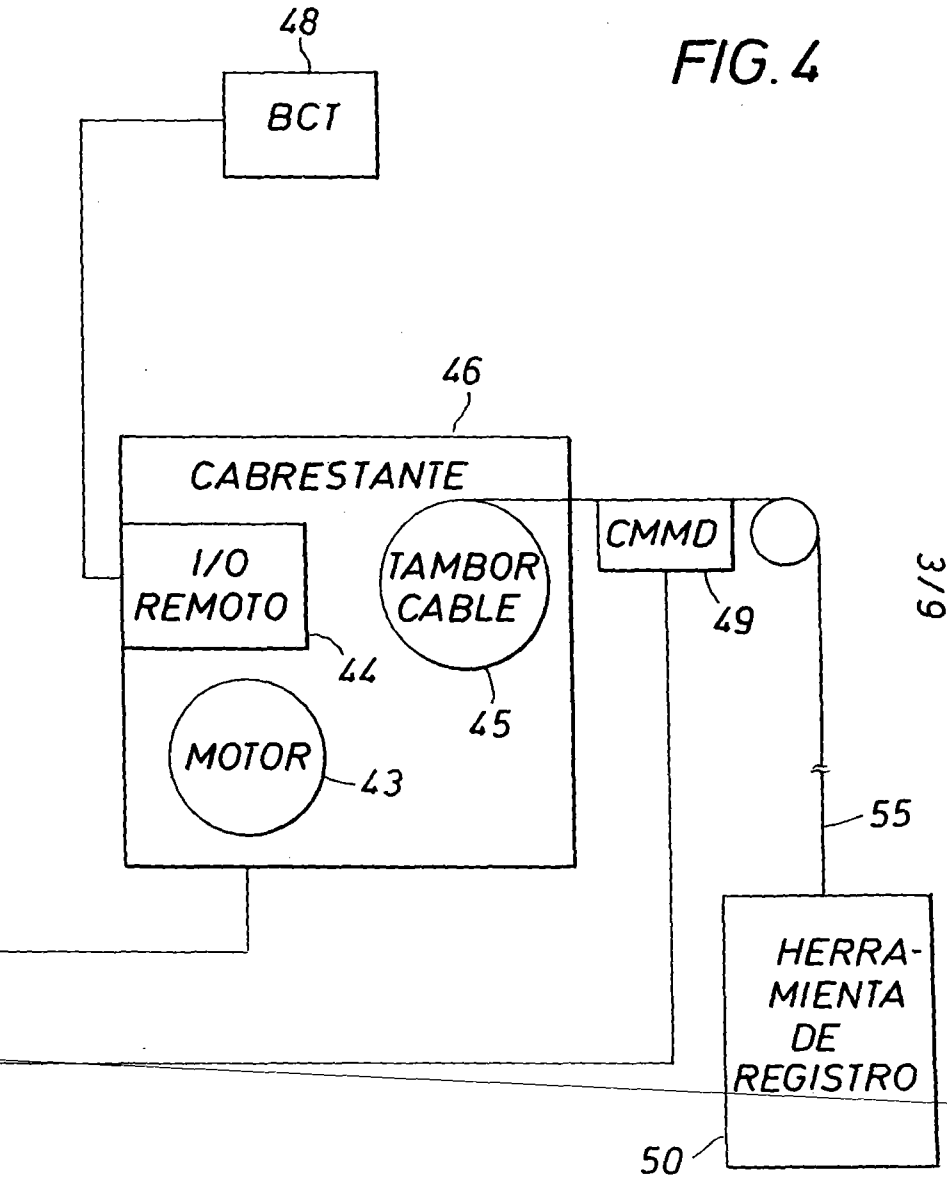
FIG. 2

[Handwritten signature]



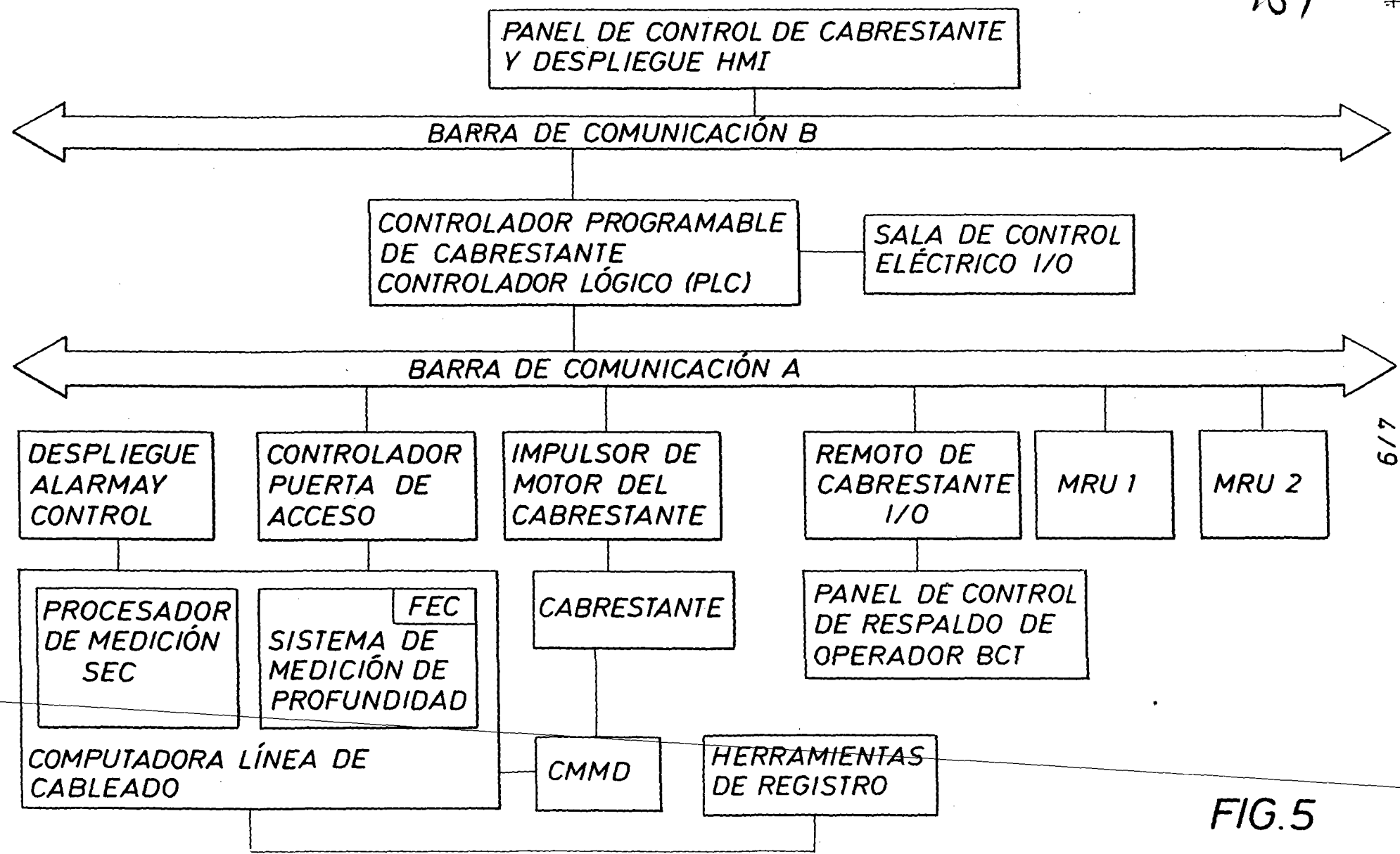
150 +

FIG. 4



[Handwritten signature]

15/ +



6/7

FIG.5

+

[Handwritten signature]

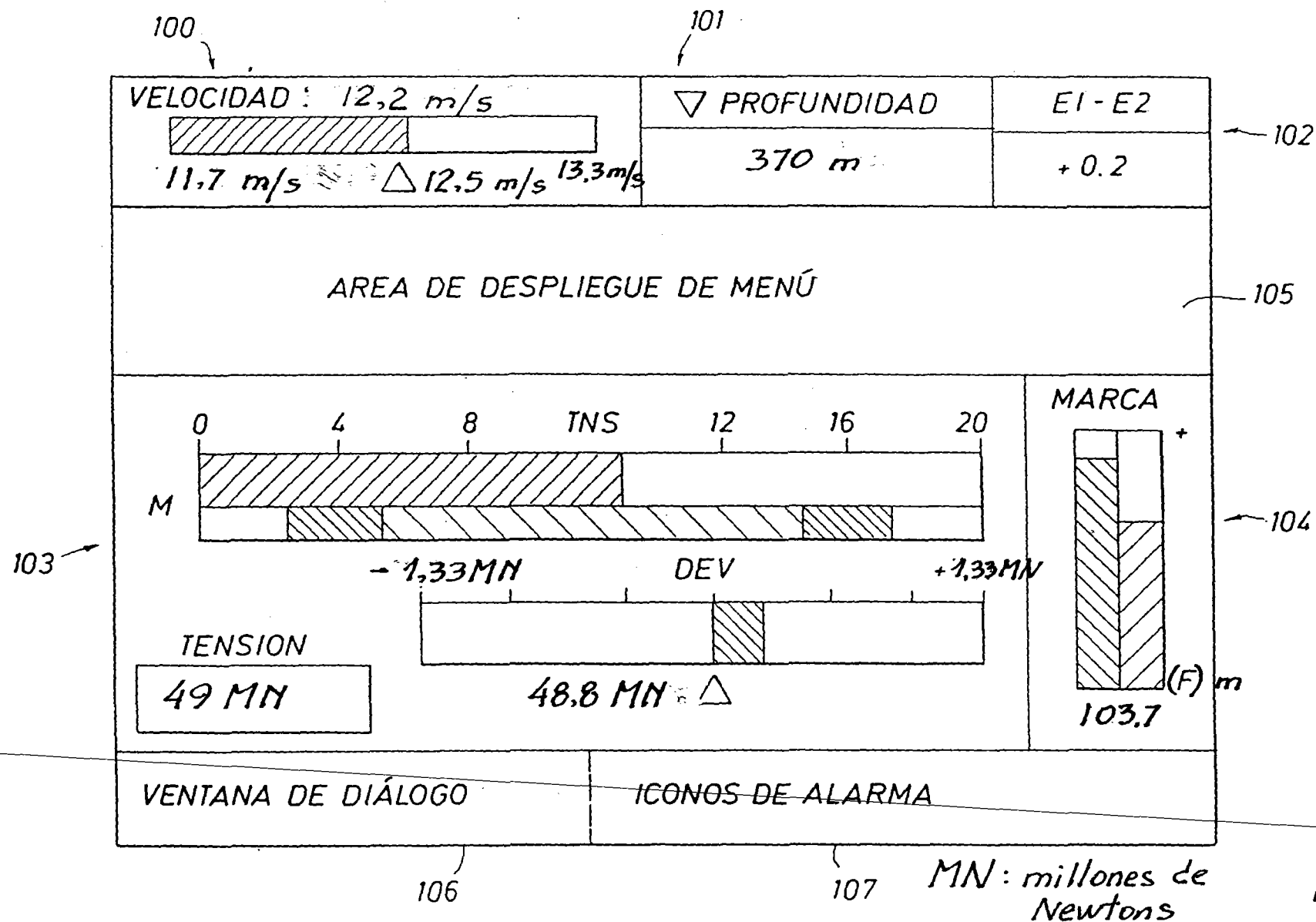
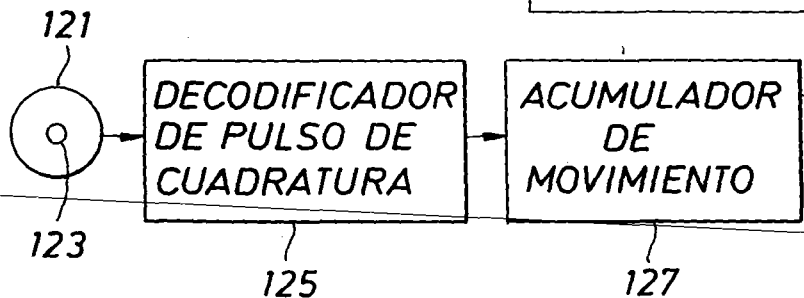
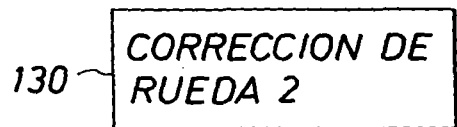
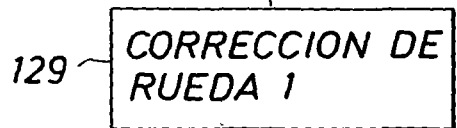
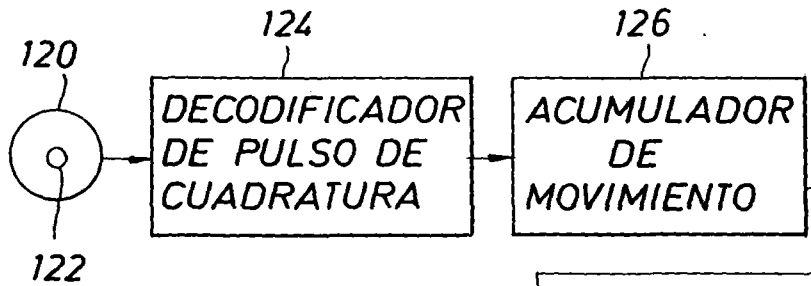


FIG.6

for



+

153 +

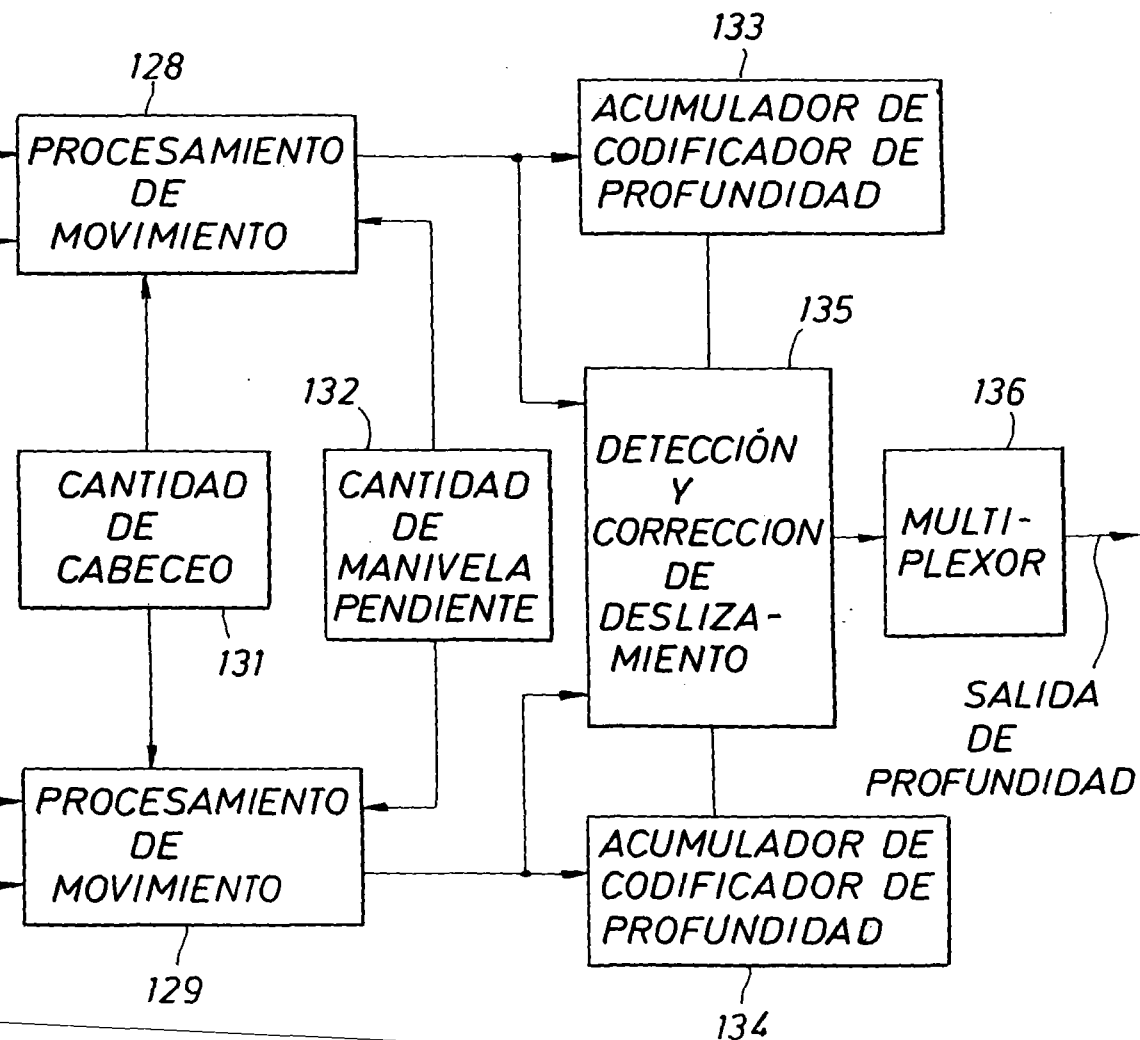


FIG. 7

[Handwritten signature]

FIG. 8

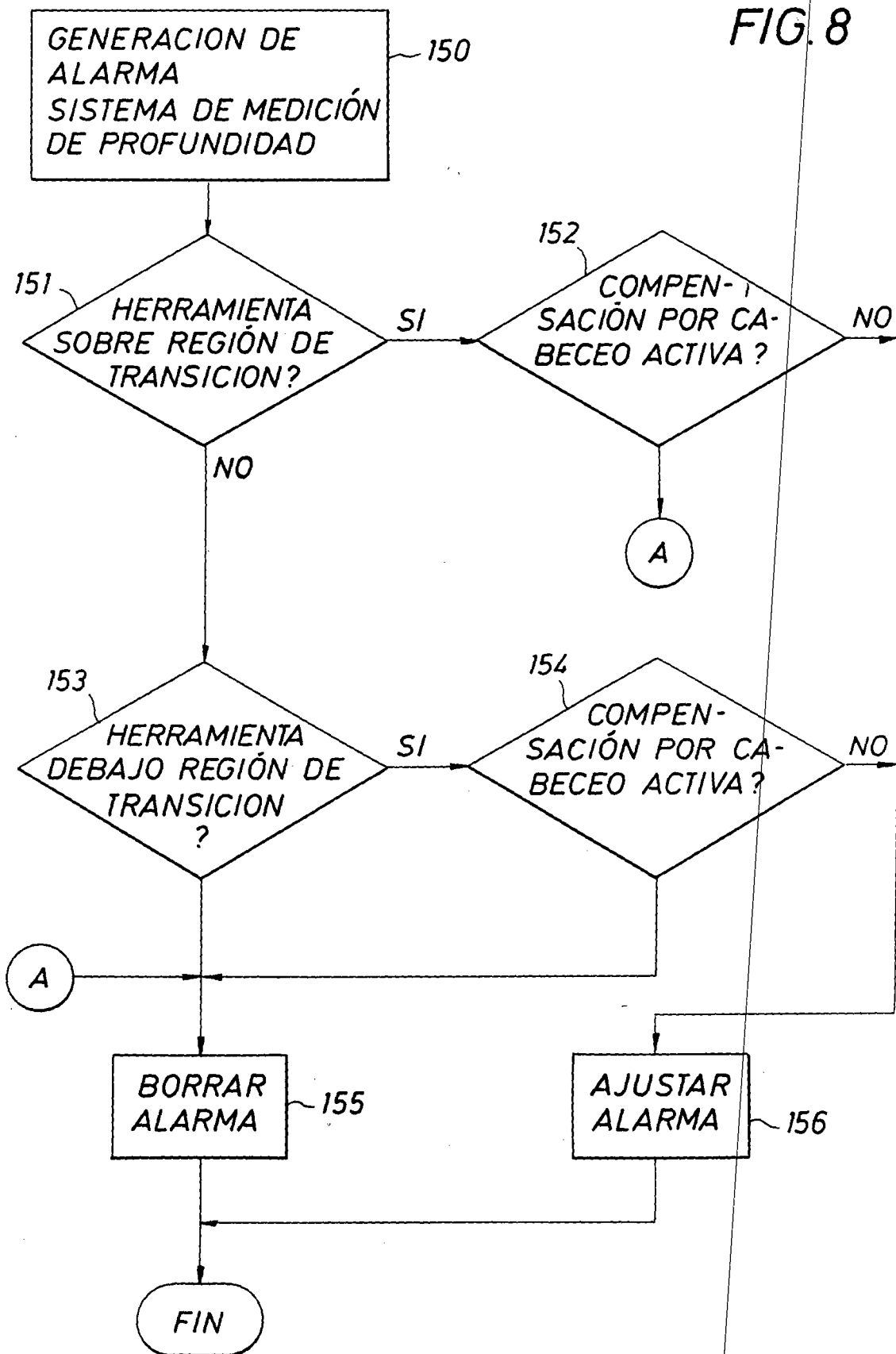


FIG. 9

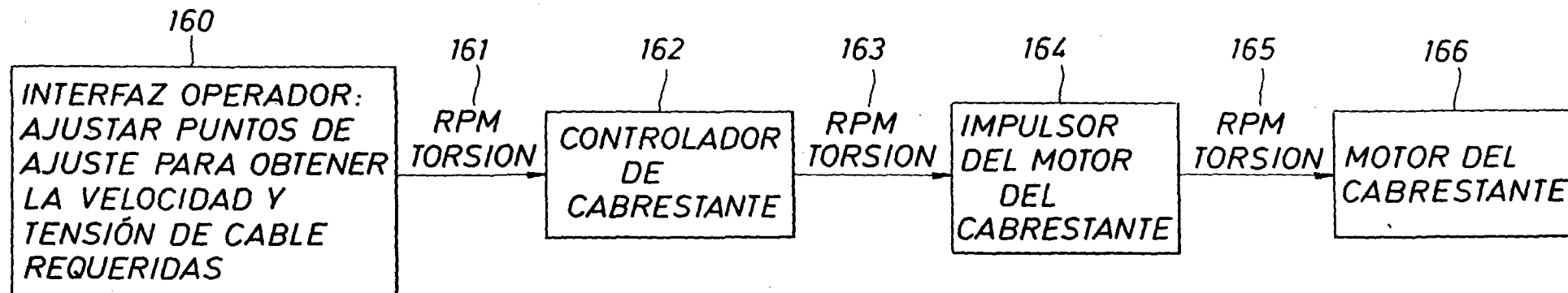
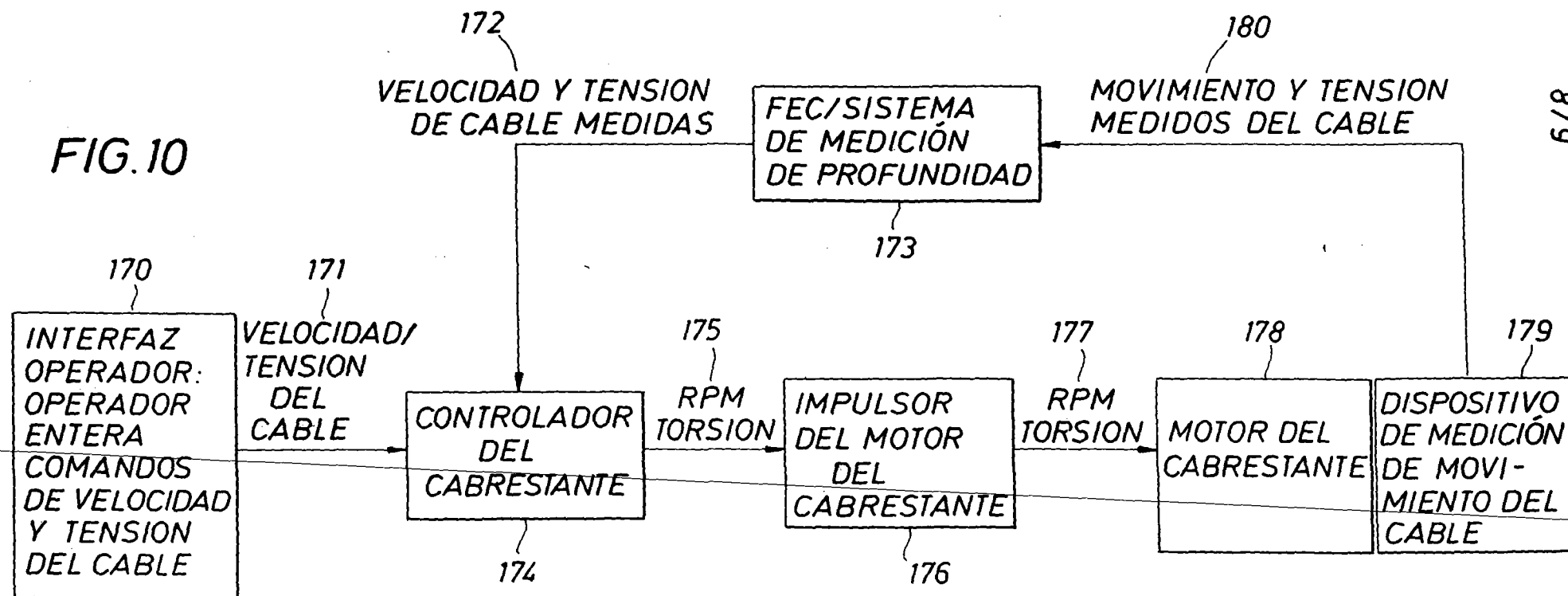


FIG. 10

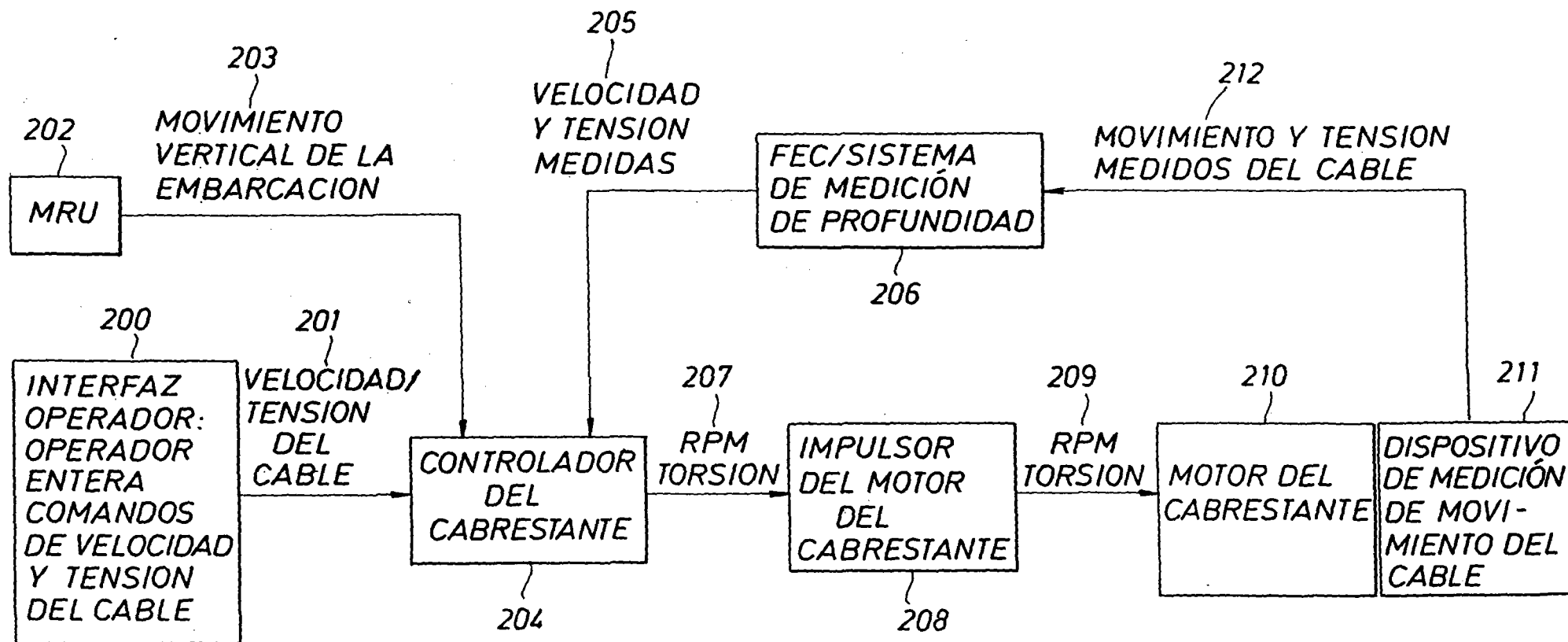


6/8

102

156 +

FIG. 11



[Handwritten signature]

157



**FORMATO DE DIGITALIZACION
RELACION DE ANEXOS**



**Royal
Technologies S.A.**
Telephones Contact Management & SPA

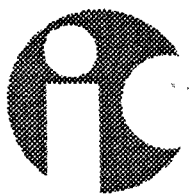
Expediente No		00052939	No de Folio
Item		No de unidades	
1	CD		
2	DVD		
3	REVISTA		
4	LIBRO		
5	PERIODICO		
6	DISQUETES		
7	SOBRE DE MANILA		
8	SOBRE BLANCO TAMAÑO CARTA		
9	SOBRE BLANCO TAMAÑO OFICIO	X	
10	OTROS:	1	

Observaciones:

un sobre q1 contiene
arte final.

1





2do. EXAMEN DE FORMA PATENTE DE INVENCION

158

Folio 168

Radicación no 00-52939

Concepto Técnico no 1870

Clasificación Internacional de Patentes: E21B 47/04, 47/09

Practicado el examen de acuerdo a lo establecido en el Art. 38 de la Decisión 486 se determinó que esta solicitud de **Patente de Invención**:

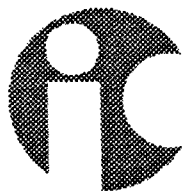
- SI ☒ NO ☐ Contiene un resumen de la invención (Art.26-e).
- SI ☒ NO ☐ Contiene el título o nombre de la invención (Art.27-d).
- SI ☒ NO ☐ Contiene la descripción de la invención (Art.26-b).
- SI ☒ NO ☐ NO ES APLICABLE ☐ Contiene los dibujos necesarios para comprender la invención (Art.26-d)
- SI ☒ NO ☐ Contiene una o más reivindicaciones. (Art.26-c).
- SI ☐ NO ☐ NO ES APLICABLE ☒ Han sido desarrollados los productos y/o procedimientos a partir de recursos genéticos o de sus productos derivados de los que cualquiera de los Países Miembros es país de origen. (Art. 26- h).
- SI ☐ NO ☐ NO ES APLICABLE ☒ Los productos y/o procedimientos han sido obtenidos o desarrollados a partir de los conocimientos tradicionales de las comunidades indígenas, afroamericanas, o locales de los países miembros, de acuerdo a lo establecido en la Decisión 391 y sus modificaciones y reglamentaciones vigentes.(Art.26-i).
- SI ☐ NO ☒ La invención se refiere a un producto relativo a un material biológico. (Art.26-J).
- SI ☒ NO ☐ NO ES APLICABLE ☐ La prioridad coincide con la materia reivindicada.
- SI ☒ NO ☐ **CUMPLE LOS REQUISITOS TÉCNICOS**

OBSERVACIONES Y OTROS: SI ☐ NO ☐ ver hoja(s) anexa(s)

- ☐ NUEVA DESCRIPCION, FOLIOS: 125 - 147
- ☐ NUEVAS REIVINDICACIONES, FOLIOS: 148 - 155
- ☐ NUEVOS DIBUJOS, FOLIOS: 157 - 165
- ☐

EXAMINADOR TÉCNICO
202051

Bogotá D. C., diciembre 12 de 2002



159

Folio ~~160~~

2020
Bogotá DC

Doctor(a)
GERMAN CASTRO GRAU
Apoderado(a)

REFERENCIA:	Radicación No.	00-52939
	Trámite	002
	Evento	001
	Actuación	416
	Oficio No.	2370
	Folios	001

Teniendo en cuenta que la solicitud de privilegio de patente que se tramita bajo el expediente indicado en la referencia, reúne los requisitos de forma establecidos en los artículos 26 y 27 de la Decisión 486 de la Comisión de la Comunidad Andina, y en las demás disposiciones vigentes sobre la materia, se envía el extracto de la solicitud a la Oficina de Comunicaciones para efecto de su publicación en la Gaceta de Propiedad Industrial, conforme lo establece el artículo 40 de la misma Decisión.

Cúmplase
Dado en Bogotá DC,


ALIX CARMENZA CÉSPEDES DE VERGEL
Jefe de la División de Nuevas Creaciones

202051