

Señora

Alix Carmenza Céspedes de Vergel

Jefe de División de Nuevas Creaciones

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO

E. _____ S. _____ D. _____

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO



No. 04-130206- -00006-0000

Fecha: 2008-07-15 17:28:37 Dep. 2020 NUECREACIONE
Gra. 11 PATENTE IYII Eve: 379 FASENACIONAL II
Act. 444 RESPUESTA REQUE Folios: 51

Referencia: Expediente No. 04.130.206

Solicitud de Patente de Invención: "Sistema de telemetría electromagnética de baja frecuencia que emplea modulación por desplazamiento de fase de alta cardinalidad"

Solicitante: Halliburton Energy Services, Inc.

RESPUESTA AL AUTO NOTIFICADO POR FIJACIÓN EN LISTA NO. 58**DEL 29 DE FEBRERO DE 2008, OFICIO NO. 3179 (EXAMEN DE FONDO)**

ÁLVARO CORREA ORDÓÑEZ, mayor de edad y vecino de Bogotá D.C., identificado tal como aparece al pie de mi firma, en mi carácter de apoderado de la sociedad en referencia, doy respuesta al auto emanado por ese Despacho dentro del término de prórroga solicitado en mi memorial 04-130206-00004-0000 de fecha 30 de mayo de 2008.

1. Objeciones del Examinador**1.1 De la solicitud de patente****1.1.1. Descripción**

(i) Se considera que la invención no es clara ni concisa. Se dice, además, que la descripción sólo nombra algunos componentes de telemetría. Además, se dice que el procedimiento no es claro porque se centra en presentar una técnica de manejo de datos.

130
131

- (ii) Se menciona que teniendo en cuenta que el solicitante no aportó las figuras 1, 2 y 10, estas no serán tenidas en cuenta.
- (iii) Se menciona que existen algunas expresiones y términos inadecuados que se deben corregir.
- (iv) resolicita explicar los términos TSK y SNR.
- (v) Las unidades se deben modificar al Sistema Internacional de Unidades.

Se complementa la observación aseverando que se debe revelar en la descripción la mejor manera de llevar a cabo la invención. Se dice que se debe divulgar la invención con todas las indicaciones que necesita la persona de nivel medio para ejecutar la invención.

1.1.2. Reivindicaciones

Se dice que las reivindicaciones no definen la materia que se desea proteger ni son claras debido a que no es posible determinar cual es la mejora aportada por el solicitante al estado del arte.

Se dice, además, que la reivindicación 1 se limita a enumerar algunos componentes del sistema.

Se sostiene que las reivindicaciones 2 a 11 se refieren únicamente a la señal de transmisión PSK.

Sobre el método de las reivindicaciones 12 a 18 se dice que es un método de manejo de información.

Se considera que la reivindicación 19 no corresponde a ninguna modalidad diferente a la presentada en la reivindicación 11.

Sobre las reivindicaciones 30 a 37 se menciona que se presenta un método de exploración que menciona los mismos pasos de las reivindicaciones 12 a 18.

1.2 No es una invención.

Menciona la Superintendencia que la presenta invención no se ajusta a los lineamientos

121 3
132

establecidos en la ley y que por lo tanto esta invención es una forma de presentación de información lo cual no es patentable.

Se sostiene, además, que los métodos caracterizados por el manejo de información se pueden ver como secuencias lógicas de operación que no serían otra cosa que un soporte lógico y por lo tanto tampoco serían patentables.

2. Argumentos a favor de la patentabilidad de la solicitud

2.1 De la solicitud de patente.

Descripción

En relación con este tema el solicitante desea manifestar lo siguiente:

(i) No estoy de acuerdo con la opinión de su Despacho y considero que su oficina interpreta de manera errada el artículo 28.

Su Despacho parece estar muy alejado de lo que realmente una persona capacitada en la materia técnica requiere.

En primer lugar se debe presumir que la persona capacitada en la materia técnica conoce acerca de ondas electromagnéticas y, por supuesto, de transmisión electromagnética y, además, de telemetría y todas las diferentes formas en la cual se puede utilizar esta tecnología. Por lo tanto, los detalles sobre los componentes y sus conexiones eléctricas no requieren ser descritas en razón a que ellas hacen parte del conocimiento general de tal persona capacitada en la materia. Como ejemplo podemos utilizar la descripción de una máquina para la cual no se requiere describir cada una de las partes de ésta, o sea, cada tornillo o tuerca utilizada en su construcción. Es bien conocido que todos estos detalles corresponden a las instrucciones para producción.

Su despacho también está confundido cuando dice que la descripción se hace en términos de manejo de datos. Aunque el sistema logra una transmisión de datos que es confiable y

mejorada con respecto al estado de la técnica, el problema no es en el área de manejo de datos sino en el área de transmisión electromagnética entre el transmisor y el receptor bajo ciertas condiciones. Por lo tanto en la solicitud se debe analizar el problema técnico dentro del campo técnico correcto. Esto es, los problemas encontrados dentro de la transmisión electromagnética de ondas es un problema que depende de varios parámetros como frecuencia, potencia y el sistema de modulación utilizado. Por lo tanto, el problema técnico se basa en aspectos eléctricos y electrónicos y no en manejo de datos como lo sugiere su Despacho. Desde ese punto de vista, es claro que la descripción contiene toda la información necesaria que requiere la persona capacitada en la materia técnica para entender el problema y su solución y puede con base en esta información llevar a cabo la invención o llevarla a la práctica.

Con base en los anteriores argumentos le solicito a su Despacho que retire las objeciones formuladas con relación a este punto.

(ii) a- El examinador menciona que de acuerdo a la regla 49.5 a), literal iii) del PCT, la traducción de la solicitud se debe acompañar por una copia de los dibujos. Por lo tanto como el solicitante no aportó las figuras 1, 2 y 10, éstos no serán tomados en cuenta para el examen de fondo.

El PCT está dirigido a presentar una única solicitud de patente que es válida en cada país miembro del PCT. Esto es, cada oficina nacional de patentes debe ver y examinar la solicitud de acuerdo con los documentos originalmente presentados. De esta manera de acuerdo con la ley de patentes Colombiana y el PCT esta solicitud bajo examen fue presentada en Julio 2, 2003 como solicitud PCT/US2003/020871 y publicada como WO 2004/005966 A1 en Enero 15 de 2004. Por lo tanto todos los documentos presentados desde entonces tienen que ser tenidos en cuenta. Los mencionados dibujos fueron presentados con la solicitud original y por lo tanto deben ser tenidos en cuenta en razón de que hacen parte de la solicitud.

b- El artículo 39 de la Decisión 486 establece que: "Si del examen de forma resulta que la solicitud no contiene los requisitos establecidos en los artículos 26 y 27, la oficina nacional competente notificará al solicitante para que complete dichos requisitos dentro del plazo de dos meses siguientes a la fecha de notificación."

S
133
130

Del artículo anterior es clara la obligación de esa Superintendencia como oficina nacional competente de notificar al solicitante para que complete los requisitos de forma establecidos en la Decisión. Una vez revisado el expediente se encontró que en el examen de forma notificado el 11 de febrero de 2005 se requiere al solicitante para que presente el documento de cesión y el poder los cuales no estaban contenidos en el expediente a la fecha de notificación del mencionado auto. Posteriormente a la respuesta de dicho auto la Superintendencia publica la solicitud y por lo tanto da por entendido que se han cumplido todos los requisitos de forma.

De lo anterior es claro que la Superintendencia no cumplió con la obligación de notificar al solicitante de algún otro requisito faltante y por lo tanto no puede ahora decir que no va a tener en cuenta los mencionados dibujos sin requerirlos previamente. Resulta, por demás, muy extraño que dicho requerimiento no se haya hecho como parte de este examen de fondo donde, de hecho, se hacen otras observaciones de forma y, además, ha sido la práctica común hasta hoy de ese Despacho requerir dibujos faltantes o no claros cuando lo ha considerado del caso.

(c) No obstante los anteriores argumentos me permito informar a su Despacho que los mencionados dibujos si fueron presentados con la solicitud a la entrada en la fase nacional. Los mencionados dibujos se encuentran en los folios 21 y 27 del expediente.

(d) Adicionalmente a todas las anteriores explicaciones anexo a la presente respuesta encontrará un nuevo juego de dibujos completos en los cuales aparecen las figuras 1 a 10.

Con base en los anteriores argumentos y figuras presentadas nuevamente, solicito que retire su observación sobre no tener en cuenta los dibujos 1, 2 y 10 y por lo tanto acepte el nuevo juego de dibujos completo para continuar con el análisis de la presente solicitud.

(iii) Su Despacho menciona que la solicitud se debe realizar en lenguaje técnico, ya que se están utilizando expresiones y término inadecuados. Con el fin de cumplir con este requerimiento se ha revisado la traducción tanto la descripción como las reivindicaciones y se han hecho todas las correcciones que se han considerado del caso. Anexo a la presente encontrará nuevo texto de la descripción y las reivindicaciones debidamente corregido.

13/6
13/5

(iv) En relación con la objeción a las siglas TSK y SNR dichas siglas han sido corregidas en el nuevo texto teniendo en cuenta que dicha TSK realmente corresponde a PSK y la sigla SNR se ha reemplazado por su significado: proporción señal a ruido.

(v) Se solicita que todas las unidades sean convertidas al Sistema Internacional de Unidades. En respuesta a su solicitud todas las unidades que aparecen en la descripción y reivindicaciones aparecen ahora en el dicha sistema de unidades incluyendo la mencionada en el auto.

(vi) Cuando su Despacho le recuerda al solicitante que debe describir el mejor modo de llevar a cabo la invención, de nuevo menciona cosas como la manera en que están dispuestos y acoplados los diferentes componentes del sistema de telemetría, lo cual demuestra a las claras que no se ha entendido la invención. Una persona experta (capacitada en la materia técnica) sabrá como conectar una antena a la entrada de un amplificador, por ejemplo, o un amplificador RF a un detector. Por lo tanto lo que se esta solicitando por parte de su Despacho no es aceptable en razón a que esto no es relevante para la invención. Le solicito reestudiar la presente solicitud.

Reivindicaciones

Habiendo entendido la anterior explicación, las reivindicaciones se redactan para mostrar los elementos relevantes del sistema que lo hacen nuevo con respecto al estado de la técnica. No existe necesidad de describir cada componente del sistema en razón a que esto no es relevante al tema en consideración.

(i) Su Despacho objeta la reivindicación 1 por la manera como esta redactada. Parece que todas las objeciones planteadas por su Despacho están muy relacionadas con el hecho de que no se describen todos los elementos o componentes de la invención. Cuando se describen ciertas invenciones como dispositivos eléctricos y en particular electrónicos no se estila describir los componentes eléctricos o electrónicos de cada uno de los módulos, porque la persona experta (persona capacitada en la materia técnica) sabe o conoce en esencia su constitución. Por lo tanto aquellos elementos se describen usualmente a través de su función. Ahora se podría preguntar: cual es la función de un amplificador. La respuesta

2
135
30

obvia es amplificar. No existe necesidad de agregar que este amplifica señales eléctricas o electrónicas o "datos" porque este es obvio para la persona experta en la técnica. Por lo tanto, le solicito retire su objeción con relación a esta reivindicación.

(ii) Su Despacho objeta las reivindicaciones 2 a 11 porque ellas se refieren solamente a la señal de transmisión PSK.

Qué pasaría si en lugar de un sistema eléctrico estuviéramos hablando de manera análoga de un sistema hidráulico. La corriente eléctrica se podría comparar o equiparar con un flujo de agua (por analogía al flujo de electrones). Consideraría su Despacho que el agua es un producto del sistema o consideraría que es un componente de éste ?.

Parece que la respuesta obvia es decir que es un componente; por lo tanto la corriente eléctrica o "señal" es un componente del sistema. Ahora, es claro que las reivindicaciones 2 a 11 son reivindicaciones dependientes que dependen de la reivindicación 1. Una vez que su Despacho construya la reivindicación que quiere examinar entonces se dará cuenta que su observación está completamente fuera de lugar. Las reivindicaciones se refieren a un sistema conformado por ciertos componentes que cumplen ciertas funciones y el cumplimiento de esas funciones se basa en corrientes eléctricas o "señales". El intento de su Despacho por tratar de mostrar que la invención se asemeja a un programa de computador (lista de instrucciones) es algo ficticio y fantasioso que no se corresponde con la realidad. Baste decir que la palabra software o "soporte lógico" no aparece ni una sola vez en el texto de la solicitud.

De acuerdo con lo anterior le solicitamos a su Despacho reconsiderar su posición y considerar como superada la misma.

(iii) Su Despacho considera que las reivindicaciones 12 a 18 corresponden a un método de manejo de datos. Esta es de nuevo un manera muy superficial de analizar la invención. Todas las etapas mencionadas son etapas desarrolladas por los diferentes componentes del sistema y es la manera mediante la cual la invención resuelve el problema técnico encontrado dentro del estado de la técnica que requiere una solución técnica. El manejo de datos no es suficiente. De hecho lo que plantea la invención es como conseguir cierta información, por ejemplo, del tipo de formación rocosa que se perfora. Por lo tanto ni

siquiera hay información y mucho menos podrá haber manejo de la misma. La solución del problema requiere de ciertos componentes que desarrollen ciertas acciones. Tal como lo plantea la invención en el estado de la técnica se debe retirar la unidad de perforación para introducir la sonda con sensores y recolectar la información técnica necesaria. La invención soluciona el problema de la técnica evitando el costoso retiro de la unidad de perforación y de todas maneras consiguiendo dicha información técnica necesaria de manera simultánea con la perforación. Este es un problema técnico que se soluciona de una manera técnica no es simplemente como se clasifica, distribuye o analiza una información sino la manera técnica de conseguir dicha información mientras se perfora.

(iv) Las observaciones sobre las reivindicaciones 19 en adelante se han resuelto por cuanto dichas reivindicaciones han sido retiradas por el solicitante.

No es una invención.

El examinador continúa repitiendo que la presente invención es simplemente un conjunto de instrucciones, básicamente un programa de computador. Es muy difícil convencer a alguien que no quiere reconocer un producto si no lo quiere ver. Tratar de asemejar un sistema de telemetría con un manejo de datos es algo que esta más allá de un argumento técnico. El sistema es obviamente tangible y capaz de ser llevado a la práctica lo que constituye el fundamento de tener un producto patentable. El método es una serie de etapas que producen un mejor resultado en un proceso industrial tal como la explotación petrolífera. La persona experta en la técnica nunca dudaría de esto.

El problema no es la invención en si misma. El problema radica en la manera en que está siendo analizada.

De la manera más respetuosa le solicitamos que haciendo uso del artículo 46 de la decisión 486 se solicite el informe de un experto o de organismos científicos o tecnológicos que se consideren idóneos para que emitan una opinión sobre la patentabilidad de la invención. Le solicitamos que observe el análisis hecho por el PCT, se podrá notar, sin mucho esfuerzo, un gran abismo entre uno y otro análisis lo cual no parece lógico. Le rogamos que tenga en cuenta que aquí ni siquiera se trata de definir si la solicitud es o no patentable, solamente estamos tratando de mostrar que esta solicitud si cumple con los requisitos mínimos de

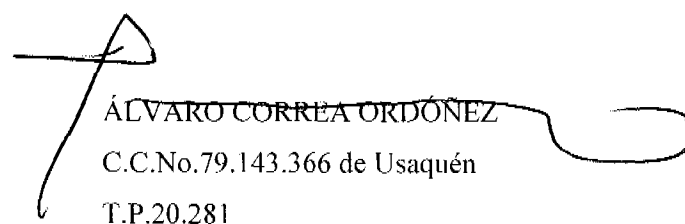
133

forma que se están considerando como no cumplidos y que el solicitante considera como analizados de manera inadecuada. Por lo tanto el argumento de la independencia y autonomía para decidir no aplica en este caso. Hasta ahora solo estamos discutiendo si el sistema reivindicado es o no un sistema de telemetría y si esta bien sustentado y explicado. El solicitante sostiene que si. (Para fácil referencia, por favor encuentre anexo el reporte del examen preliminar internacional)

3. Solicitudes concedidas en otros países para esta misma invención.

En virtud de lo anterior, solicito que se acepten las razones expuestas en el presente documento y en consecuencia, se continúe con el trámite y estudio de la presente solicitud de patente.

Atentamente,


ÁLVARO CORREA ORDÓÑEZ
C.C.No.79.143.366 de Usaquén
T.P.20.281

Anexos: Capítulo descriptivo modificado
 Capítulo reivindicatorio modificado
 Reporte del examen preliminar internacional
 Formulario de modificación
 Recibo

BOGLMS/BOGDMS-119558-V1-.DOC - P2004/000033

FORMULARIO UNICO DE CORRECCIONES Y MODIFICACIONES

1

SOLICITUD DE

☐ Corrección de Error Material ☒ Modificación de una solicitud

2

SOLICITANTE

Nombre: HALLIBURTON ENERGY SERVICES, INC

Dirección: 10200 Bellaire Boulevard, Houston, Texas 77072,
Estados Unidos de América

Nacionalidad o Domicilio: Houston, Estados Unidos de América

Lugar de Constitución: Houston, Estados Unidos de América

Teléfono:

Fax:

E-Mail

IDENTIFICACION

C.C. ☐ NIT ☐

C.E. ☐ Otro ☐

Número Cual

3

REPRESENTANTE
O APODERADO

Nombre: ALVARO CORREA ORDOÑEZ

Dirección: Avenida 82 No.10-62 Piso 6o.

Teléfono: 634 1500

Fax: 376 2211

E-Mail: patents.bogota@bakernet.com

IDENTIFICACION

C.C. ☒ NIT ☐

C.E. ☐ Otro ☐

Número 79.143.366 Cual TP 20.281

4

Numero de expediente

04.130.206

5

Descripción de la corrección o modificación solicitada

El solicitante presenta nueva descripción de la solicitud y nuevo capítulo reivindicatorio con respuesta a auto de fondo No. 3179

6

Comprobante de Pago No. 08-45803

Fecha 09-JUN-08

7

Anexos

☒ Comprobante de pago de la tasa.

☐ Poderes, si fuere el caso.

☐ Documento que acredita la existencia y representación legal de las partes, cuando sean personas jurídicas.

8

NOMBRE ALVARO CORREA ORDOÑEZ

FIRMA

C.C. 79.143.366

T.P. 20.281

Instrucciones para el diligenciamiento del presente formulario, ver reverso de esta página.

139
X
140

2008/011

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO

NIT : 900176089-2

RECIBO OFICIAL DE CAJA : 08 - 45,803
FECHA : JUNIO 9 DE 2008

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO



No. 04-130206- -00006-0000

Fecha: 2008-07-15 17:28:37 Dep. 2020 NUECREACIONE
Tra. 11 PATENTEIYII Eve: 379 FASENACIONALII
Act. 444 RESPUESTAREQUE Folios: 51

***** CONSIGNACION *****

DEBITANTE	TIPO PAGO	BANCO	CUENTA	No. PAGO	FECHA PAGO	Mr. PAGO
BAKER & MCKENZIE	CONSIGNACION	BANCO DE BOGOTA	062754387	287210	09/06/2008	37,859,400.00

***** CONCEPTO *****

CANT.	RENTISTICO	CONCEPTO	TOTAL CONCEPTO
1	50005-01-03	CAMBIO DE MODALIDAD Y MODIFICA	
		12 MARCAS Y LEMAS COMERCIALES	103,000.00
		TOTAL :	\$ 103,000.00

SON: CIENTO TRES MIL PESOS

RESPONSABLE : _____

RECIBO DE CAJA APLICADO AL EXPEDIENTE No. _____

SISTEMA DE TELEMETRÍA ELECTROMAGNÉTICA DE BAJA FRECUENCIA
QUE EMPLEA MODULACIÓN POR DESPLAZAMIENTO DE FASE DE ALTA
CARDINALIDAD

Campo de la Invención

La presente invención se relaciona con técnicas de exploración de formaciones. Más particularmente, la presente invención se relaciona con un sistema de telemetría para transmitir datos desde un conjunto de taladro en el fondo del pozo a la superficie del pozo.

Descripción del Estado de la Técnica

Las operaciones modernas de taladrado y producción de petróleo, demandan una gran cantidad de información relacionada con los parámetros y condiciones del fondo del pozo. Tal información, típicamente, incluye características de las formaciones terrestres atravesadas por el agujero del pozo, junto con datos relacionados al tamaño y configuración del pozo mismo. La recolección de la información relacionada con las condiciones del fondo del pozo, que se llama comúnmente "exploración", puede llevarse a cabo por diversos métodos.

En una exploración alámbrica convencional de pozos de petróleo, una sonda que tiene sensores de formación se baja por el pozo después de que alguna parte o todo el pozo ha sido taladrado, y se usa para determinar ciertas características de las formaciones atravesadas por el pozo. El extremo superior de la sonda está sujeto a un alambre conductor que suspende la sonda en el pozo. La potencia es transmitida a los sensores y a la instrumentación en la sonda por medio del alambre conductor. De manera similar, la instrumentación en la sonda comunica la información a la superficie por medio de señales eléctricas transmitidas por el alambre.

El problema con la obtención de las medidas en el fondo del pozo por medio del alambre es que el conjunto de taladrado debe ser removido o "retirado" del pozo taladrado antes de que se haya obtenido la información deseada del pozo. Esto puede llegar a consumir tiempo y es extremadamente costoso, especialmente en situaciones en donde una porción sustancial del pozo se ha taladrado. En esta situación, se puede requerir retirar y apilar miles de metros de tubería sobre la plataforma (si es marina). Típicamente, el equipo de taladrado se alquila por día a un costo sustancial. Por consiguiente, el costo de taladrar un pozo es directamente proporcional al tiempo requerido para completar el proceso de taladrado. Remover miles de metros de tubería para insertar una herramienta de exploración alámbrica puede llegar a ser una

44
13

propuesta muy cara.

Como resultado, ha habido un énfasis creciente en la recolección de datos durante el proceso de taladrado. La recolección y procesamiento de los datos durante el proceso de taladrado elimina la necesidad de remover o retirar el conjunto de taladro para insertar una herramienta de exploración alámbrica. Consecuentemente permite al taladrador hacer modificaciones o correcciones precisas según se requiera para optimizar el desempeño mientras se minimiza el tiempo de para. Los diseños para medir las condiciones en el fondo del pozo que incluyen el movimiento y la localización del conjunto de taladrado simultáneamente con el taladrado del pozo se conocen como técnicas de "mida mientras se taladra" o "MWD". Técnicas similares, que se concentran más sobre la medición de los parámetros de formación, comúnmente se han llamado como técnicas de "explore mientras taladra" o "LWD". Aunque pueden existir distinciones entre MWD y LWD, los términos MWD y LWD frecuentemente son usados de manera intercambiable. Para propósitos de esta descripción, el término MWD será usado con el entendimiento de que este término abarca tanto la recolección de parámetros de formación como la recolección de información que se relaciona con el movimiento y la posición del conjunto de taladrar.

Cuando se están taladrando pozos de petróleo u otros pozos, frecuentemente es necesario o deseable determinar la dirección e inclinación de la broca y el motor en el fondo del pozo de modo

142
15/04

que el conjunto pueda ser manejado en la dirección correcta. Adicionalmente, se puede requerir información concerniente a la naturaleza de los estratos que están siendo taladrados, tal como la resistividad, porosidad, densidad de la formación y su medida de radiación gama. También es deseable frecuentemente conocer otros parámetros del fondo del pozo, tales como la temperatura y la presión en la base del pozo, por ejemplo. Una vez que estos datos son recolectados en el fondo del pozo, es necesario comunicarlos a la superficie para su uso y análisis por parte del taladrador.

Los sensores o transductores típicamente están localizados en el extremo inferior de la sarta del taladro en los sistemas MWD. Típicamente, los sensores en el fondo del pozo empleados en aplicaciones MWD están posicionados en un collar cilíndrico del taladro que está ubicado cerca de la broca de taladrado. Aunque el taladrado esté en progreso estos sensores continua o intermitentemente monitorean los parámetros de taladrado y datos de formación predeterminados y transmiten la información a un detector en la superficie por medio de alguna forma de telemetría. Hay un número de sistemas de telemetría en el estado de la técnica que buscan transmitir la información relacionada con los parámetros del fondo del pozo hasta la superficie sin requerir el uso de una herramienta alambrada. Un sistema de telemetría ampliamente usado en aplicaciones MWD es el sistema de pulso de lodo.

El sistema de telemetría de pulso de lodo crea señales de

presión "acústica" en el fluido de taladrado, algunas veces llamado "lodo", que es circulado bajo presión por la sarta del taladro durante las operaciones de taladrado. La información que se adquiere por los sensores en el fondo del pozo es transmitida por medio de temporizar adecuadamente la formación de los pulsos de presión en la corriente de lodo. La información es recibida y decodificada por un transductor de presión y un computador en la superficie.

En un sistema de pulso de presión de lodo, la presión del lodo de taladrado en la sarta de taladrado es modulada por medio de un mecanismo de válvula y control, generalmente llamado un pulsador o pulsador de lodo. El pulsador está usualmente montado en un collar del taladro adaptado especialmente y ubicado por encima de la broca. El pulso de presión generado viaja hacia arriba por la columna del lodo al interior de la sarta de taladrado a la velocidad del sonido en el lodo. Dependiendo del tipo de fluido de taladrado usado la velocidad puede variar entre aproximadamente 914,40 y 1524 metros por segundo. La velocidad de transmisión de los datos, sin embargo, es relativamente lenta debido al esparcimiento, distorsión, atenuación, limitaciones de velocidad de modulación y otras fuerzas alteradoras del pulso, tal como el ruido ambiente en la sarta del taladro. Una velocidad de pulso típica es del orden de un pulso por segundo (1 Hz).

146
117
443

Con los desarrollos recientes en las tecnologías de detectar y de manejar disponibles al taladrador, la cantidad de datos que pueden ser transportados a la superficie por unidad de tiempo a 1 bit por segundo es muy inadecuada. Como un método para incrementar la velocidad de transmisión de los datos, se ha propuesto transmitir los datos usando vibraciones en la pared de la tubería de la sarta del taladro en vez de depender de los pulsos de presión en el fluido de taladrado. Sin embargo, sistemas anteriores han probado que no es confiable cuando las velocidades de los datos son mayores a 3 bits/s debido a las reflexiones acústicas en las uniones de la herramienta y a las variaciones en la geometría de la tubería y del pozo.

Adicionalmente, la telemetría de pulso de lodo requiere un fluido de taladrado medianamente denso, volviéndolo inútil en aplicaciones como el taladrado sub balanceado (UBD) en el cual son necesarios o deseados los fluidos de baja densidad y aireados.

RESUMEN DE LA INVENCION

De acuerdo a lo anterior, se describe aquí un sistema de telemetría electromagnético en el fondo del pozo confiable, el cual soluciona las desventajas de los métodos de telemetría anteriores. En una modalidad preferida, se usa un sistema de transmisión de datos electromagnético con modulación por cambio de fase para transmitir los datos para las aplicaciones MWD.

De acuerdo con la modalidad preferida, se configura una

10/18

antena para transmitir señales electromagnéticas de baja frecuencia mientras un transmisor de modulación por cambio de fase (PSK) está configurado para recibir señales digitales indicativas de datos telemétricos y convertir las señales digitales en señales de transmisión PSK. El transmisor PSK suministra la señal de transmisión a la antena, y la señal de transmisión PSK tiene una frecuencia de portadora de no más de aproximadamente de 1 Hz, y una señal de constelación con más de 4 estados de fase. La señal de transmisión PSK puede también incluir una señal de transmisión con un periodo de símbolo de 2 o más ciclos portadores.

En otra modalidad de la presente invención, se describe un método de explorar mientras se taladra en donde un pozo se taladra a través de una formación con una broca sujeta a una sarta de taladro que incluye un paquete sensor. Se detectan, entonces, las señales, las cuales indican las propiedades de la formación. Estas señales se suministran, entonces, al transmisor PSK, en donde ellas son codificadas para obtener una señal de transmisión digital que es modulada en fase sobre una señal portadora de baja frecuencia para obtener una señal PSK con una frecuencia de no más de 1 Hz y con no más de 4 estados de fase. La señal PSK de baja frecuencia es entonces transmitida a la superficie. El sistema y el método descritos pueden suministrar de manera ventajosa un sistema de telemetría electromagnético, robusto, y de baja potencia con una velocidad de datos incrementada con relación a los sistemas de telemetría de pulso de lodo y otros sistemas de telemetría convencionales.

113 19 144

Por lo tanto, a pesar de la reluctancia a la caída de la frecuencia portadora debido a los problemas de reducción de la velocidad de datos, se cree que cualquier reducción de la velocidad de datos causada por la caída de frecuencia puede solucionarse incrementando el número de estados de fase sin incrementar el ancho de banda. Con la frecuencia portadora caída de acuerdo con las modalidades, se puede mejorar el sistema telemétrico electromagnético usando múltiples portadoras y modulación por amplitud.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Se puede obtener un mejor entendimiento de la presente invención cuando se considera la siguiente descripción detallada de las modalidades preferidas en conjunto con los siguientes dibujos, en los cuales:

La figura 1 es una vista esquemática de un pozo de petróleo en el cual se puede emplear un sistema de telemetría electromagnético;

La figura 2 es una vista de una herramienta de fondo de pozo usada en telemetría electromagnética;

La figura 3 es un diagrama de bloque funcional de un sistema de telemetría electromagnético que emplea modulación por cambio de fase;

La figura 4 es un diagrama de bloques funcional de un transmisor con modulación por desplazamiento de fase;

La figura 5 es un diagrama de bloques funcional de un receptor con modulación por desplazamiento de fase;

La figura 6A es un ejemplo de transmisión PSK;

La figura 6B muestra los componentes en fase y en cuadratura de la figura 6A;

La figura 7 muestra una asignación de secuencia de mensaje de 4 fases;

La figura 8 muestra una regla de decodificación para el decodificador de la figura 5;

La figura 9 muestra los efectos de la frecuencia y la resistividad de la formación en la atenuación de la señal; y

La figura 10 muestra una señal modulada en fase y amplitud ilustrativa.

Aunque la invención es susceptible a diversas modificaciones y formas alternativas, las modalidades específicas de la misma se muestran como ejemplo en los dibujos y serán descritas aquí en detalle. Debe entenderse, sin embargo, que los dibujos y la descripción detallada de ellos no tienen el propósito de limitar

la invención a la forma particular descrita, sino por el contrario, la intención es cubrir todas las modificaciones, equivalentes y alternativas que caigan dentro del espíritu y alcance de la presente invención según se define en las reivindicaciones adjuntas.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LAS MODALIDADES PREFERIDAS

Las aplicaciones MWD sufren por las velocidades de los datos que no están bien adecuadas para la cantidad siempre creciente de datos que requieren ser transmitidos. Un método para incrementar la velocidad de los datos incluye incrementar la frecuencia portadora, pero esto puede causar la atenuación y distorsión indeseable de la señal. Por otro lado, disminuir la frecuencia de la portadora suministra el premio de una señal más fuerte con el riesgo de interferencia, especialmente con señales de ancho de banda amplia. Una derivación se ha descrito aquí la cual predice que la frecuencia puede realmente ser disminuida mientras se incrementa el número de estados de fase para lograr una velocidad de datos general más alta, sin afectar el ancho de banda o causar interferencia en la señal.

Volviendo ahora a las figuras, la figura 1 muestra un pozo durante las operaciones de taladrado. Una plataforma de taladrado 2 está equipada con un mástil 4 que soporta una grúa 6. El taladrado de los pozos de petróleo y de gas se lleva a cabo por una sarta de tuberías de taladrado conectadas juntas por uniones de "herramientas" 7 de modo que se forma una sarta de taladrado 8. La grúa 6 suspende una barra de arrastre 10 que

se usa para bajar la sarta de taladrado 8 por una tabla giratoria 12. Conectado al extremo inferior de la sarta de taladrado 8 se encuentra una broca de taladrado 14. La broca 14 se hace girar y el taladrado se lleva a cabo por medio de hacer girar la sarta de taladrado 8, por el uso de un motor en el fondo del pozo cerca de la broca de taladrado, o por ambos métodos. El fluido de taladrado, llamado lodo, es bombeado por el equipo de recirculación de lodo 16 por una tubería de suministro 18, por la barra de arrastre de taladrado 10, y hacia abajo por la sarta de taladrado 8 a alta presión y altos volúmenes para emerger por las boquillas o chorros en la broca de taladrado 14. El lodo entonces viaja de nuevo hacia arriba por el pozo a través del aro formado entre el exterior de la sarta de taladrado 8 y en la pared del pozo 20, por un impedidor de soplado (no mostrado específicamente), y hacia a un pozo de lodo 24 en la superficie. Sobre la superficie, el lodo de taladrado es limpiado y luego recirculado por el equipo de recirculación 16. El lodo de taladrado es usado para enfriar la broca de taladrado 14, para arrastrar los cortes desde la base del pozo a la superficie, y para balancear la presión hidrostática en las formaciones de roca. Sin embargo, el sistema de la figura 1 no está restringido al uso de lodo como fluido de taladrado. Por ejemplo, en el caso de taladrado sub balanceado (UBD), otro medio tal como fluidos aireados o mezclas de aire/vapor pueden ser preferidos en lugar del lodo.

En una modalidad preferida, un sistema de telemetría de datos es usado en la herramienta del fondo del pozo 28 tal que

15023

el MWD se lleva a cabo por medio de transmitir datos desde la herramienta en el fondo del pozo 28 electromagnéticamente. Debe notarse que mientras que la herramienta de fondo del pozo 28 es mostrada en proximidad cercana a la broca de taladrado 14, esta puede estar colocada en cualquier punto a lo largo de la sarta de taladrado según se desee.

Haciendo referencia ahora a la figura 2, la herramienta de fondo de pozo 28 es mostrada en más detalle. Como se muestra la herramienta de fondo de pozo 28 incluye un aislador 200, una antena 201, un puerto anular 202, un puerto interno 204, un módulo electrónico 206, un módulo de baterías 208, un sensor de rayos gama 210, y un sensor direccional 214, todos ellos dentro de un collar de taladrado 212. Sin embargo debe notarse que los contenidos de la herramienta de fondo de pozo 28 tal como se muestran no es una lista exhaustiva de sus contenidos como es evidente para cualquier versado en la técnica.

El aislador 200 separa las porciones superior e inferior de la antena 201, y los datos son transmitidos a la superficie induciendo una diferencia de voltaje alterno en el aislador 200, generando así la señal electromagnética. En la superficie, la señal electromagnética es recibida preferiblemente como un potencial de voltaje entre la sarta de taladrado conductora y un electrodo de tierra (no mostrado). Uno o más módulos repetidores 32 pueden ser provistos a lo largo de la sarta de taladrado para recibir señales electromagnéticas de telemetría desde la herramienta del fondo del pozo 28 y retransmitirlas a la

153-152
24

superficie. Los módulos repetidores 32 preferiblemente incluyen tanto un receptor de señales electromagnéticas de telemetría y un transmisor de señales electromagnéticas de telemetría.

El puerto anular 202 ayuda a medir la presión anular; mientras que el puerto interno 204 ayuda a medir la presión interna. El sensor de gama 210 mide las radiaciones y el sensor direccional 214 mide la orientación de la sarta de taladrado. La potencia es suministrada a los diversos sensores y al equipo electrónico en la herramienta de fondo de pozo 28 por el módulo de batería 208. Las diversas medidas de los sensores son reportadas al módulo electrónico 206 en donde son procesadas. El procesamiento de las señales puede incluir: digitalizar las medidas análogas del sensor convertirlas en datos binarios, almacenar la información en una memoria local, comprimir los datos para una transmisión eficiente, lo mismo que cualquier otra tarea evidente para aquellos versados en la técnica.

En adición, el módulo electrónico 206 incluye un transmisor para transmitir los datos usando técnicas de señalización electromagnética, en donde el transmisor preferiblemente es un transmisor modulado por desplazamiento de fase (PSK). Lo mismo que contener un modulo electrónico transmisor PSK 206, puede contener un receptor PSK que permita comunicaciones hacia la parte de arriba y hacia la parte de abajo del pozo.

Como se muestra en la figura 3, el sistema de telemetría PSK electromagnético puede ser modelado usando tres bloques

funcionales: un canal 304, un transmisor PSK 302, y un receptor PSK 306. Como se mencionó anteriormente, para producir la señal electromagnética, una diferencia de voltaje es generada a lo largo del aislador 200. La señal electromagnética viaja entonces a la superficie por la formación que esta siendo taladrada mientras es guiada por la sarta de taladrado eléctricamente eléctricamente. Sobre la superficie, la onda electromagnética es recibida como un potencial de voltaje entre el equipo 4 y un electrodo de tierra colocado en la proximidad del equipo. Así, el canal 304 por el cual el transmisor PSK 302 y el receptor PSK 306 se comunican incluye la antena de transmisión, la formación que esta siendo taladrada, la sarta de taladrado que actúa como guía de la onda electromagnética y el electrodo receptor.

Haciendo referencia ahora a la figura 4, se muestra un diagrama de bloques que ilustra un transmisor PSK 302 posible. Una corriente de datos binarios que preferiblemente ha sido procesada y preparada para la transmisión, es pasada por el bloque 400, el cual almacena la corriente de datos en secuencias de bits o grupos de bits. En el bloque 402, cada secuencia de bits es entonces mapeada en una fase, en donde cada fase corresponde a una secuencia de bits única. Uno de los trayectos que viene del bloque 402 contiene el Seno de cada fase que es mezclado con el Seno de una señal portadora usando el mezclador 408. Otro trayecto que viene del bloque 402 contiene el Coseno de cada fase que es mezclado con el Coseno de una señal portadora usando el mezclador 404. Las salidas de los bloques mezcladores 404 y 408 son alimentados en un bloque de

adición/sustracción 406, y la señal que sale comprende las combinaciones de las funciones seno y coseno que representan la señal que va a ser transmitida por el canal 304.

La figura 7 muestra una asignación de secuencia PSK de cuatro fases y será explicada con respecto al transmisor de la figura 4. En el PSK de cuatro fases, la corriente de datos binaria es rota en grupos de dos bits binarios en donde cada grupo de bits es representado por una fase transmitida diferente. Ya que el número de bits "i" transmitido durante cada intervalo de símbolo es igual a 2, entonces esto hace un total de 2^1 grupos posibles de bits binarios, o 4. Por lo tanto debe haber cuatro fases transmitidas diferentes, o una por cada grupo de bits. Si, por otro lado, hubiera 3 bits binarios por símbolo esto resultaría en 2^3 u 8 grupos posibles de bits, lo que requeriría ocho diferentes estados de fase transmitidos.

Típicamente, los estados de fase están espaciados igualmente de modo que las fases transmitidas para el PSK de cuatro fases sería de $360^\circ/4$ o 90° de separación, por lo tanto un conjunto posible como se ve en la figura 7 es $\{\pm 45^\circ, \pm 135^\circ\}$. La señal transmitida fuera del bloque 406 $s(t)$ es

$$S(t) = A_c \cos[\omega_c t + \theta_i], \quad (1)$$

$i = 1, 2, 3, 4$, en donde las fases son asignadas a los grupos de bits binarios de acuerdo con la figura 7. La señal transmitida de la ecuación (1) puede ser reescrita utilizando una

identidad trigonométrica como

$$s(t) = A_c \cos\theta_i \cos\omega_c t - A_c \sin\theta_i \sin\omega_c t \quad (2)$$

Así, los componentes en fase o en cuadratura son fácilmente vistos en la ecuación 2, y la figura 7 contiene la señal transmitida durante el intervalo del símbolo.

Haciendo referencia ahora a la figura 5, se muestra un diagrama de bloques que ilustra un posible receptor PSK 306. La señal de entrada es pasada por los multiplicadores 500 y 502. El multiplicador 500 mezcla la señal de entrada con la frecuencia portadora que contiene un desplazamiento de fase de 90° para producir el componente de cuadratura f_q . El multiplicador 502 mientras tanto mezcla la señal de entrada con la frecuencia portadora para producir el componente en fase f_i . Ambos los componentes en fase y cuadratura son pasados por filtros pasabajos 506 y 508 respectivamente. En este punto los componentes en fase y cuadratura pueden ser amplificados según sea necesario antes de llegar al decodificador 510. La figura 8 contiene una asignación de regla de descodificación ilustrativa para el receptor de acuerdo con la figura 5 y usa la asignación de fase ejemplo de la figura 7.

Debe mencionarse que el transmisor de la figura 4 y el receptor de la figura 5, lo mismo que el ejemplo PSK de cuatro fases contenido aquí pueden que no sean los óptimos y tienen el propósito de discusión solamente.

Las aplicaciones MWD actuales tienen un número incremental de sensores que genera una cantidad siempre creciente de datos y esto crea frecuentemente un cuello de botella de datos porque la velocidad de los datos alcanzable no puede mantenerse con el incremento de la salida de datos. Por lo tanto en la mayoría de los sistemas de telemetría, es deseable mejorar la velocidad de datos.

Haciendo referencia ahora a la figura 6A, se muestra una transmisión PSK. La transmisión PSK es una transmisión PSK de dos fases donde la señal A y la señal B tienen la misma frecuencia pero que están desfasadas en 180° . Haciendo referencia brevemente a la figura 6B, se muestra un diagrama de constelación que ilustra los componentes en fase (I) y en cuadratura (Q) para el sistema de dos fases de la figura 6A con ϕ_1 correspondiente a la señal A y ϕ_2 correspondiente a la señal B.

Como se ve en la figura 6A, la señal A y la señal B son transmitidas durante el intervalo de símbolo T_1 y T_2 , y cada intervalo de símbolo contiene tres ciclos. También, la señal A cuando es transmitida representa el bit binario 0 mientras que la señal B cuando es transmitida representa el bit binario 1. A la luz de la figura 6A hay varias maneras para mejorar el número de bits transmitidos por unidad de tiempo (es decir, la velocidad de datos).

Un método para incrementar la velocidad de datos es incrementar

la frecuencia de la portadora de modo que el tiempo del intervalo de símbolo total disminuye. Entonces nuevamente la atenuación y la distorsión de la señal se incrementan significativamente a medida que la frecuencia de la portadora se incrementa, estableciendo límites fundamentales sobre las mejoras de las velocidades de datos que son alcanzables por medio de incrementar la frecuencia de la portadora. Por otro lado, disminuir la frecuencia de la portadora suministra la ventaja de una señal electromagnética más fuerte con el riesgo agregado de interferencia con componentes de frecuencia negativos y esto puede ser especialmente problemático cuando se está tratando con señales de ancho de banda muy amplio.

Otro método para incrementar la velocidad de transmisión de los datos es por medio de incrementar el número de estados de fase asignando así más bits a cada intervalo de símbolo. Por ejemplo, si el número de estados de fases en la transmisión PSK de la figura 6A fuera incrementada a 4, entonces cada intervalo de símbolo podría contener dos bits de datos como fue explicado previamente con respecto a la figura 7.

Un análisis de las propiedades de potencia espectral de las señales moduladas en fase se presenta ahora en atención al incremento de la velocidad de datos. Las siguientes presunciones aplican:

- La frecuencia portadora para la señal es ω_c en radianes;
- El periodo de un ciclo de la portadora es T ;
- La fase cambia una vez cada N ciclos (N es un entero

positivo);

- Hay M posibles estados de fase, en donde M es un entero > 1 ;

- Para un M dado, las fases permitidas se toman del conjunto

$$\left\{ 0, \frac{2 \cdot \pi}{M}, 2 \cdot \frac{2 \cdot \pi}{M}, 3 \cdot \frac{2 \cdot \pi}{M}, \dots, (M-1) \cdot \frac{2 \cdot \pi}{M} \right\}; \quad y$$

- Los datos son codificados en la señal de tal manera que no hay correlación entre los estados de fase.

Dadas estas presunciones la densidad espectral de potencia para una señal es representada en la ecuación (3)

$$PS(\omega) = \begin{cases} \frac{1}{N \cdot T} \left[\frac{\sin^2 \left[\frac{(\omega - \omega_c) \cdot N \cdot T}{2} \right]}{(\omega - \omega_c)^2} + \frac{\sin^2 \left[\frac{(\omega + \omega_c) \cdot N \cdot T}{2} \right]}{(\omega + \omega_c)^2} \right], & \omega \neq \omega_c \\ \frac{1}{4 \cdot N \cdot T} \left[\frac{\sin^2[\omega_c \cdot N \cdot T]}{\omega_c^2} + (N \cdot T)^2 \right], & \omega = \omega_c \end{cases} \quad (3)$$

Esta expresión es precisa para $M > 2$. Note que debido a la presunción de que no hay correlación entre los estados de fase, el caso cuando hay dos estados de fase (sea que se correlacionan o no), se desvía del resultado derivado de la ecuación (3). Asumiendo que la ecuación (3) es precisa, puede verse que el espectro de potencia de la señal portadora es independiente del

numero de estados de fase M y como tal solo depende del numero de ciclos N antes de que la fase cambie y del periodo de un ciclo T . Así, el ancho de banda de la señal no se afecta por el incremento del número de estados de fase M .

Como se mencionó anteriormente, la cantidad de ruido disminuye a medida que la frecuencia disminuye aunque esto puede resultar en una sobre modulación de la señal especialmente con señales de banda ancha amplia. Sin embargo, a la luz de la derivación de la ecuación (3) otra enseñanza para mejorar la velocidad de datos es la de disminuir la frecuencia portadora ω_c mientras se incrementa el número de estados de fase M . Efectivamente esto resulta en una velocidad de datos mejorada neta sin el riesgo de incrementar el ancho de banda para causar interferencia.

En la modalidad preferida, la frecuencia portadora cae más bajo que las frecuencias de telemetría electromagnética típicas para poder minimizar el ruido y maximizar la amplitud de la señal recibida. También es deseable escoger la frecuencia de la portadora de modo que la señal sufra la menor cantidad de atenuación mientras se propaga por la formación que este siendo taladrada. Por ejemplo, en un pozo de 5 Km, con una conductividad de 1 mho/metro, una frecuencia de cerca de 0,5 Hz sería cerca de 44dB más fuerte que una señal de 5 Hz. Así las frecuencias portadoras inferiores a 1 Hz son deseadas en la modalidad preferida.

Con el uso del sistema de telemetría descrito que emplea un número incrementado de estados de fase, se logra un incremento de velocidad de datos significativo. La ecuación 5 detalla el efecto del número de estados de fase y de la frecuencia sobre la proporción señal a ruido al pasar de una señal bifásica con una portadora de f_0 a una señal con 2^N fases con una portadora de f_1 (donde f_0 y f_1 están en Hz y N es el número de bits transmitidos por ciclos)

$$\Delta SNR = 20 \cdot \log_{10} \left[\sin \left(\frac{\pi}{2^N} \right) \sqrt{\frac{f_0}{f_1}} \right] \quad (4)$$

Así, para poder incrementar el número de bits se sacrifica en la proporción señal a ruido pero esto puede ser compensado por medio de hacer caer la frecuencia, porque la proporción señal a ruido se reduce a medida que la frecuencia se disminuye.

Por ejemplo, si la frecuencia de la portadora se deja caer de 5 Hz a 1 Hz y el número de bits por ciclo se cambia de 1 a 10, una pérdida de 43 dB en la proporción señal a ruido es esperada de la ecuación (4). Así, para poder concretar los beneficios de un incremento de velocidad de datos al 100% sin importar la caída en la proporción señal a ruido, el incremento en la fuerza de la señal que viene de disminuir la frecuencia a 1 Hz debería ser por lo menos de 43 dB. Haciendo referencia ahora a la figura 9, se muestran los efectos de la frecuencia y la resistividad en la atenuación de una señal portadora que

disminuye de 5 Hz a 1 Hz, como una función de la profundidad y la resistividad de la formación, y asumiendo una resistividad de la formación de un ohm por metro y una profundidad de pozo de 5 km, se espera un incremento de cerca de 100 dB. Así, el sistema de telemetría PSK descrito ofrece mayores velocidades de datos mientras se solucionan las desventajas típicamente asociadas con la disminución de la frecuencia de la portadora.

El espectro resultante de la señal PSK es medianamente compactado alrededor de la frecuencia portadora, lo que permite que otras frecuencias sean usadas concurrentemente. Por medio de usar múltiples frecuencias, más información puede ser transmitida a la superficie. Las velocidades de transmisión de los datos se pueden, por lo tanto, incrementar siempre que se logre una interferencia mínima entre símbolos. Muchas proporciones de frecuencias de la portadora factibles existen entre las múltiples frecuencias, aunque se cree que una proporción de cerca de 38/15 es preferible. Por ejemplo, si una primera frecuencia de portadora es 0,5 Hz, otra frecuencia de portadora de 0,5 Hz x 38/15 o cerca de 1,267 Hz podría ser usada concurrentemente. Sin embargo el sistema no está limitado y se pueden usar múltiples frecuencias. Por ejemplo, si la frecuencia de la portadora más baja es 0,1 Hz entonces una secuencia preferida podrían ser múltiplos de 38/15 veces la frecuencia portadora más baja (0.1 Hz, 0,2533 Hz, 0,64177 Hz, 1,6258 Hz), y el canal de comunicación principal es preferiblemente de 0,64177 Hz.

Aparte de las técnicas de transmisión de señal PSK, las técnicas de modulación en amplitud (AM) pueden también ser usadas en donde la frecuencia de la portadora se ha dejado caer a un régimen en donde las pérdidas de señal debido a la disipación son pequeñas. La modulación en amplitud de la portadora resulta en la generación de bandas laterales que incrementan el ancho de banda. Sin embargo, un ancho de banda bajo puede ser obtenido transmitiendo únicamente bandas laterales por que estas contienen la información tal como está en la señal del mensaje. Los métodos para transmitir modulación en amplitud de solo la banda lateral son evidentes para aquellos versados en la técnica y por lo tanto no se discuten aquí.

En otra modalidad adicional, la(s) señal(es) portadora(s) puede(n) ser modulada(s) tanto en fase como en amplitud. La modulación puede tomar la forma de modulación en amplitud en cuadratura (QAM), o la modulación en fase puede hacerse independientemente de la modulación en amplitud. Como un ejemplo de este último caso, una de las frecuencias portadoras (por ejemplo 0,5 Hz) puede ser modulada en fase con una constelación PSK 32 en 0,25 símbolos por segundo, y la amplitud modulada a 4 niveles de potencia a 0,125 símbolos por segundo, para un total de velocidad de bits de 1,5 bits/sec sobre una portadora. Un ejemplo de tal señal modulada se muestra en la figura 10. Nuevamente, múltiples frecuencias de portadoras pueden ser usadas concurrentemente.

Debería mencionarse que cualquier número de estados de fase

mayor a dos puede ser usado ventajosamente en el sistema de telemetría electromagnético PSK descrito anteriormente, y que este número no está necesariamente limitado a una potencia de dos. Otras configuraciones de antena también se pueden usar, aunque que se pueden emplear todavía las técnicas de transmisión descritas aquí. Los datos de telemetría pueden ser codificados, también, con un código de corrección de error o pueden ser comprimidos. Otras numerosas variaciones y modificaciones serán evidentes para aquellos versados en la técnica una vez que la descripción anterior se entienda completamente. Es el propósito de que las siguientes reivindicaciones sean interpretadas para involucrar o abarcar todas estas variaciones y modificaciones.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema de telemetría en el fondo de un pozo que comprende:

Una antena configurada para transmitir señales electromagnéticas de baja frecuencia; y

Un transmisor de modulación por desplazamiento de fase (PSK) configurado para recibir señales digitales indicativas de datos telemétricos y configurado para convertir las señales digitales en una señal de transmisión PSK, en donde el transmisor PSK suministra la señal de transmisión a la antena,

en donde la señal de transmisión PSK tiene una frecuencia de la portadora de no más de cerca de 1 Hz,

y

en donde la señal de transmisión PSK tiene una constelación de señal con más de 4 estados de fase.

2. El sistema de la reivindicación 1, en donde la constelación de señales consiste de 8 estados de fase.
3. El sistema de la reivindicación 1, en donde la constelación de señales consiste de 16 estados de fase.

4. El sistema de la reivindicación 1, en donde la constelación de señales incluye 32 estados de fase o más.
5. El sistema de la reivindicación 1, en donde la constelación de señales incluye 256 estados de fase.
6. El sistema de la reivindicación 1, en donde la constelación de señales incluye 1024 estados de fase.
7. El sistema de la reivindicación 1, en donde la señal de transmisión PSK tiene un periodo de símbolo de por lo menos cerca de 4 ciclos de la portadora.
8. El sistema de la reivindicación 1, en donde la señal de transmisión PSK tiene un periodo de símbolo de cerca de 3 ciclos de la portadora.
9. El sistema de la reivindicación 1, en donde la señal de transmisión PSK tiene un periodo de símbolo de cerca de 2 ciclos de la portadora.
10. El sistema de la reivindicación 1, en donde la frecuencia de la portadora es de cerca de 0,5 Hz.
11. El sistema de la reivindicación 1, en donde la señal de transmisión PSK es también modulada en amplitud.
12. Un método para explorar un pozo mientras se taladra,

en donde el método comprende:

Taladrar un pozo a través de una formación con una broca de taladro sujeta a una sarta de taladrado que incluye un paquete sensor;

Detectar señales indicadoras de las propiedades de la formación;

Determinar la información de telemetría de las señales detectadas;

Suministrar la información de telemetría a un transmisor PSK;

Codificar la información de telemetría para obtener una señal de transmisión digital;

Modular en fase la señal de transmisión digital sobre una señal portadora de baja frecuencia para obtener una señal PSK; y

Transmitir la señal PSK a un receptor en la superficie,

en donde la señal portadora de baja frecuencia tiene una frecuencia de no más de cerca de 1 Hz, y

en donde la señal PSK tiene una constelación de señales

con más de 4 estados de fase.

13. El método de la reivindicación 12, en donde la constelación de señales incluye 32 estados de fase o más.

14. El método de la reivindicación 12, en donde la constelación de señales incluye 256 estados de fase.

15. El método de la reivindicación 12, en donde la constelación de señales incluye 1024 estados de fase.

16. El método de la reivindicación 12, en donde la frecuencia portadora es de cerca de 0,5 Hz.

17. El método de la reivindicación 12, que comprende adicionalmente:

Recibir la señal PSK en la superficie;

Determinar la información de telemetría a partir de la señal PSK recibida; y

Asociar la información de telemetría con una posición del paquete sensor.

18. El método de la reivindicación 12, en donde la señal de transmisión PSK es también modulada en amplitud.

Resumen

Se describe un sistema de telemetría electromagnética en el fondo del pozo con velocidad incrementada de datos. En una modalidad, un sistema de transmisión de datos por PSK es usado para transmitir datos en un sistema de telemetría electromagnética en el fondo del pozo para aplicaciones de Mida Mientras Taladra (MWD). Las aplicaciones MWD sufren por las velocidades de los datos que no están bien adaptadas para manejar la cantidad siempre creciente de datos que requieren ser transmitidos. Un método para incrementar la velocidad de los datos incluye incrementar la frecuencia de la portadora, pero esto puede causar la atenuación y la distorsión no deseada de la señal. De manera contraria, disminuir la frecuencia de la portadora suministra el premio de una señal más fuerte con el riesgo de interferencias, especialmente con señales de ancho de banda amplio. Se describe una derivación que predice que la frecuencia puede de hecho disminuirse mientras se incrementa el número de estados de fase para lograr una velocidad de datos mayor, sin afectar el ancho de banda. El sistema y el método descritos pueden suministrar, de manera ventajosa, un sistema de telemetría electromagnética de baja potencia con una velocidad de datos incrementada. .

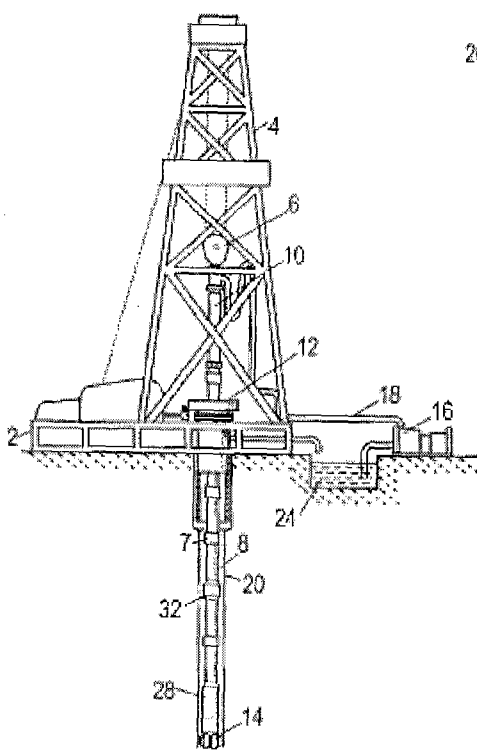


FIG. 1

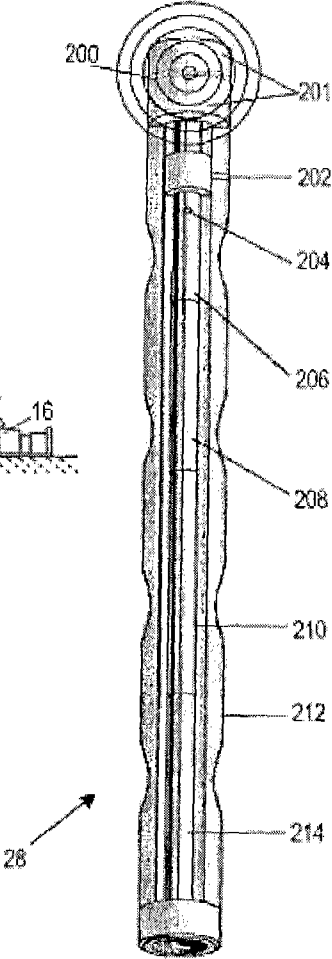


FIG. 2

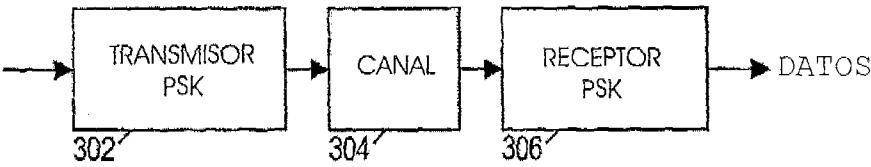


FIG. 3

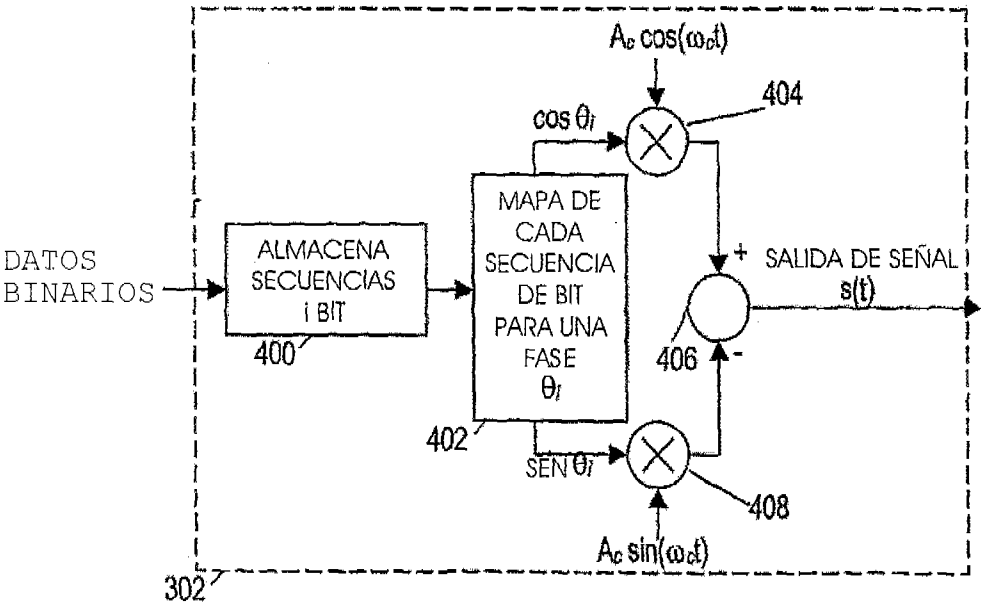
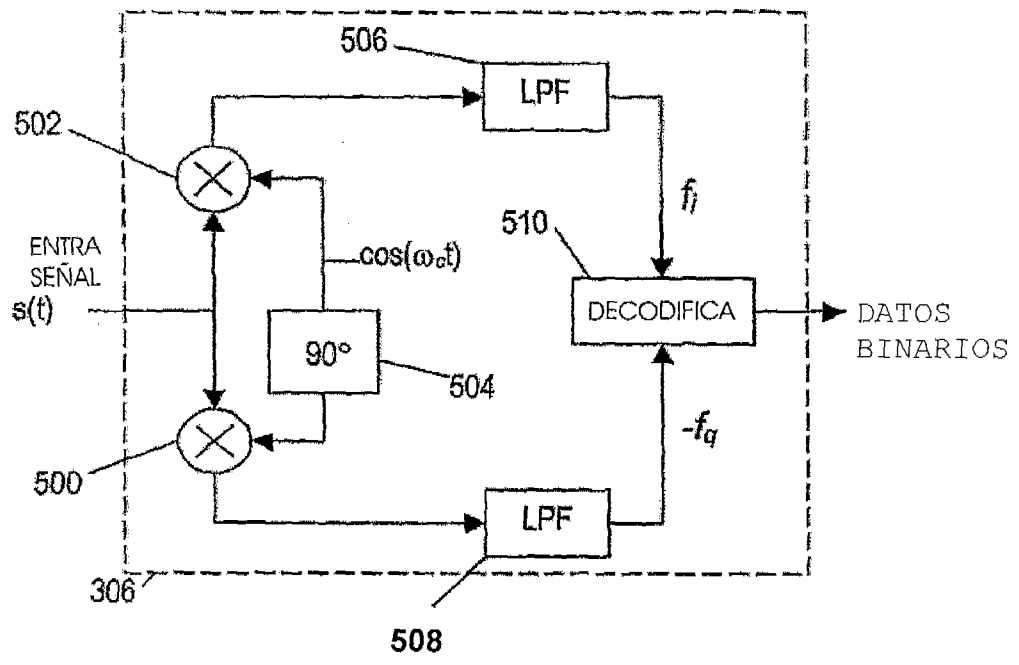


FIG. 4

It 1772

FIG. 5



X¹² 43
193

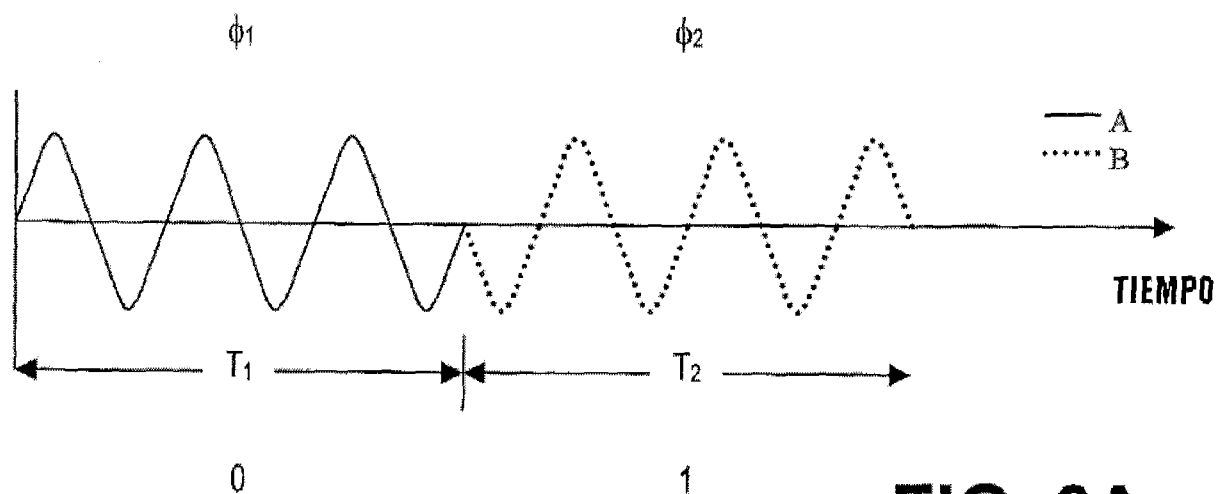


FIG. 6A

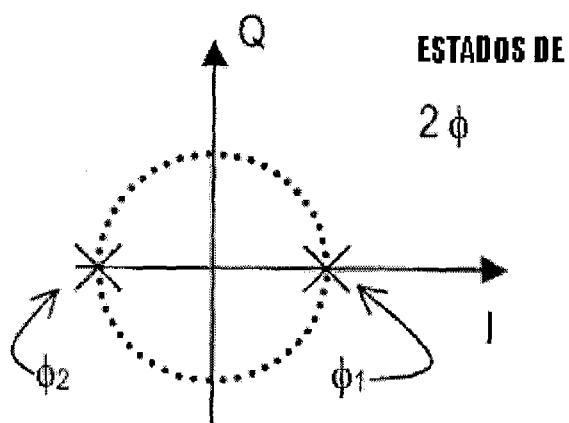


FIG. 6B

49
132
130

est

Asignación de Secuencia de Mensaje PSK de Cuatro Fases			
Grupo de Bit	Binario	Fase	Señal Transmitida
Portadora			
00		+45°	$s(t) = \frac{A_c}{\sqrt{2}} [\cos\omega_c t - \sin\omega_c t]$
01		-45°	$s(t) = \frac{A_c}{\sqrt{2}} [\cos\omega_c t + \sin\omega_c t]$
10		+135°	$s(t) = -\frac{A_c}{\sqrt{2}} [\cos\omega_c t + \sin\omega_c t]$
11		-135°	$s(t) = -\frac{A_c}{\sqrt{2}} [\cos\omega_c t - \sin\omega_c t]$

FIG. 7

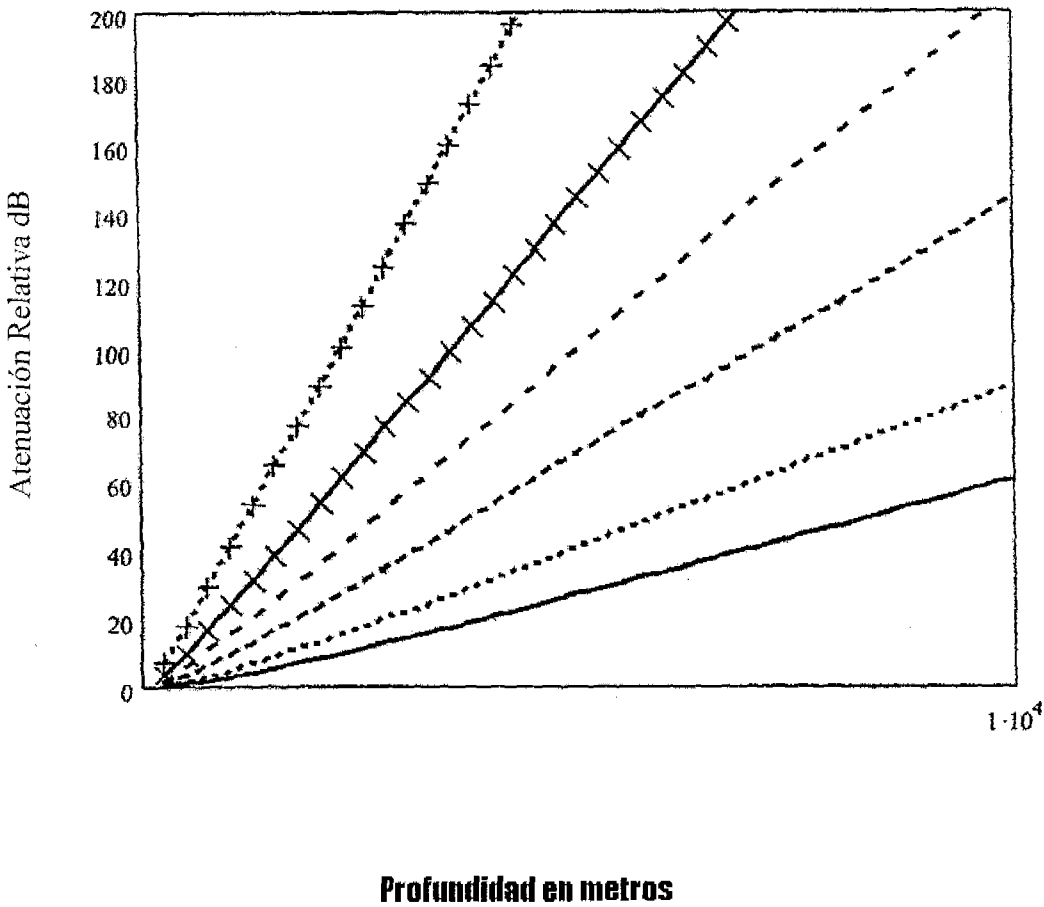
Regla para Decodificar para la Figura 5 y la Asignación de Fase de la Figura 7

f_i	f_q	θ_I	Grupo de bits decodificados
$\frac{A_c}{\sqrt{2}}$	$-\frac{A_c}{\sqrt{2}}$	45°	00
$\frac{A_c}{\sqrt{2}}$	$\frac{A_c}{\sqrt{2}}$	-45°	01
$-\frac{A_c}{\sqrt{2}}$	$-\frac{A_c}{\sqrt{2}}$	135°	10
$-\frac{A_c}{\sqrt{2}}$	$\frac{A_c}{\sqrt{2}}$	-135°	11

FIG. 8

45
175

Atenuación de Señal en 5Hz con relación a 1 Hz
como una función de la Profundidad y la
Resistividad de Formación

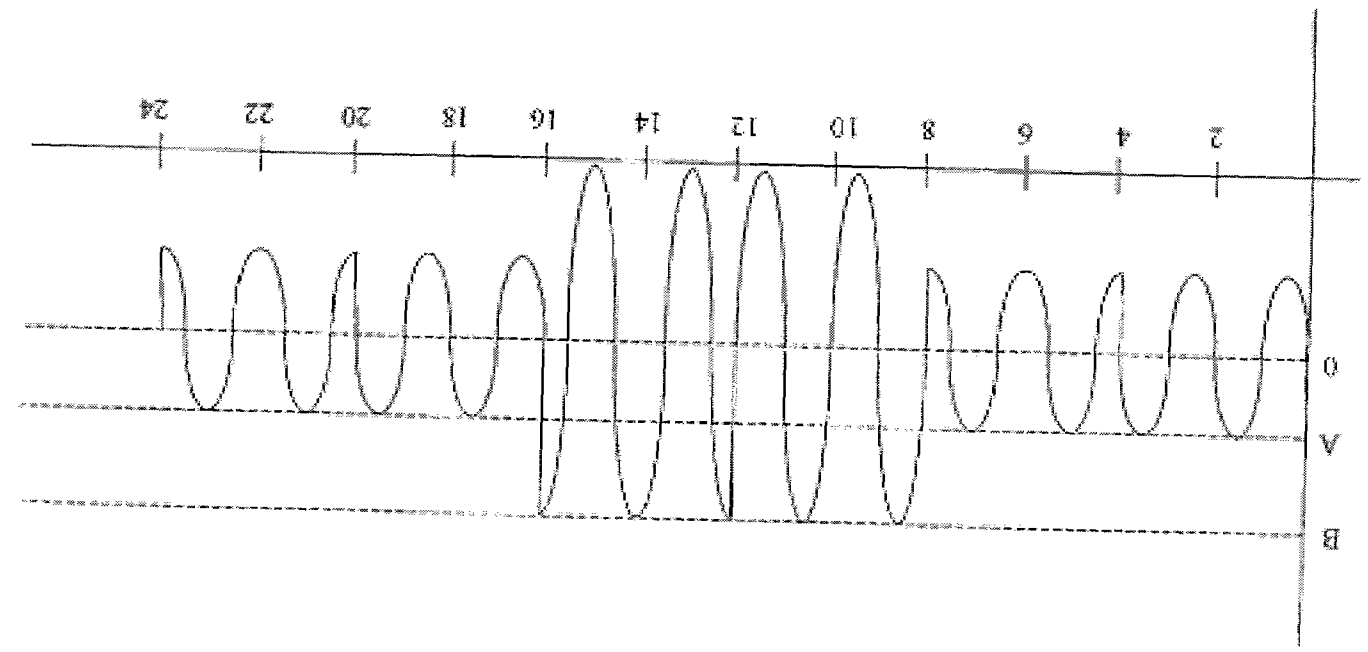


- 1 Hz, 5 Hz, 10 Ohm metro
- 1 Hz, 5 Hz, 5 Ohm metro
- . - 1 Hz, 5 Hz, 2 Ohm metro
- - - 1 Hz, 5 Hz, 1 Ohm metro
- * * * 1 Hz, 5 Hz, .5 Ohm metro
- + + + .5 Hz, 5 Hz, .2 Ohm metro

FIG. 9

5/11/96
9/4

FIG. 10



PATENT COOPERATION TREATY

PCT

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

(PCT Article 36 and Rule 70)

REC'D 04 NOV 2004

WIPO

PCT

Applicant's or agent's file reference 1391-31801	FOR FURTHER ACTION	See Notification of Transmittal of International Preliminary Examination Report (Form PCT/IPEA/416)
International application No. PCT/US03/20871	International filing date (day/month/year) 02 July 2003 (02.07.2003)	Priority date (day/month/year) 05 July 2002 (05.07.2002)
International Patent Classification (IPC) or national classification and IPC IPC(7): G01V 1/22 and US Cl.: 340/853.2, 854.6; 367/83; 714/792; 375/261,270,301		
Applicant HALLIBURTON ENERGY SERVICES, INC.		

1. This international preliminary examination report has been prepared by this International Preliminary Examining Authority and is transmitted to the applicant according to Article 36.

2. This REPORT consists of a total of 5 sheets, including this cover sheet.

☐ This report is also accompanied by ANNEXES, i.e., sheets of the description, claims and/or drawings which have been amended and are the basis for this report and/or sheets containing rectifications made before this Authority (see Rule 70.16 and Section 607 of the Administrative Instructions under the PCT).

These annexes consist of a total of ___ sheets.

3. This report contains indications relating to the following items:

- I ☒ Basis of the report
- II ☐ Priority
- III ☐ Non-establishment of report with regard to novelty, inventive step and industrial applicability
- IV ☐ Lack of unity of invention
- V ☒ Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement
- VI ☐ Certain documents cited
- VII ☐ Certain defects in the international application
- VIII ☐ Certain observations on the international application

Date of submission of the demand 04 February 2004 (04.02.2004)	Date of completion of this report 18 September 2004 (18.09.2004)
Name and mailing address of the IPEA/US Mail Stop PCT, Attn: IPEA/US Commissioner for Patents P.O. Box 1450 Alexandria, Virginia 22313-1450 Facsimile No. (703) 305-3230	Authorized officer Michael Horabik Telephone No. (571) 272-3069

Form PCT/IPEA/409 (cover sheet)(July 1998)

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.

PCT/US03/20871

I. Basis of the report

1. With regard to the elements of the international application:*

- ☒ the international application as originally filed.
- ☒ the description:
pages 1-11 as originally filed
pages NONE, filed with the demand
pages NONE, filed with the letter of _____
- ☒ the claims:
pages 12-15 as originally filed
pages NONE, as amended (together with any statement) under Article 19
pages NONE, filed with the demand
pages NONE, filed with the letter of _____
- ☒ the drawings:
pages 1-7 as originally filed
pages NONE, filed with the demand
pages NONE, filed with the letter of _____
- ☐ the sequence listing part of the description:
pages NONE as originally filed
pages NONE, filed with the demand
pages NONE, filed with the letter of _____

2. With regard to the language, all the elements marked above were available or furnished to this Authority in the language in which the international application was filed, unless otherwise indicated under this item.

These elements were available or furnished to this Authority in the following language _____ which is:

- ☐ the language of a translation furnished for the purposes of international search (under Rule 23.1(b)).
- ☐ the language of publication of the international application (under Rule 48.3(b)).
- ☐ the language of the translation furnished for the purposes of international preliminary examination (under Rules 55.2 and/or 55.3).

3. With regard to any nucleotide and/or amino acid sequence disclosed in the international application, the international preliminary examination was carried out on the basis of the sequence listing:

- ☐ contained in the international application in printed form.
- ☐ filed together with the international application in computer readable form.
- ☐ furnished subsequently to this Authority in written form.
- ☐ furnished subsequently to this Authority in computer readable form.
- ☐ The statement that the subsequently furnished written sequence listing does not go beyond the disclosure in the international application as filed has been furnished.
- ☐ The statement that the information recorded in computer readable form is identical to the written sequence listing has been furnished.

4. ☐ The amendments have resulted in the cancellation of:

- ☐ the description, pages NONE
- ☐ the claims, Nos. NONE
- ☐ the drawings, sheets/fig NONE

5. ☐ This report has been established as if (some of) the amendments had not been made, since they have been considered to go beyond the disclosure as filed, as indicated in the Supplemental Box (Rule 70.2(c)).**

* Replacement sheets which have been furnished to the receiving Office in response to an invitation under Article 14 are referred to in this report as "originally filed" and are not annexed to this report since they do not contain amendments (Rules 70.16 and 70.17).

** Any replacement sheet containing such amendments must be referred to under item 1 and annexed to this report.

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.
PCT/US03/20871

V. Reasoned statement under Rule 66.2(a)(ii) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement

1. STATEMENT

Novelty (N)	Claims <u>1-37</u>	YES
	Claims <u>NONE</u>	NO
Inventive Step (IS)	Claims <u>1-18</u>	YES
	Claims <u>19-37</u>	NO
Industrial Applicability (IA)	Claims <u>1-37</u>	YES
	Claims <u>NONE</u>	NO

2. CITATIONS AND EXPLANATIONS

Please See Continuation Sheet

Supplemental Box

(To be used when the space in any of the preceding boxes is not sufficient)

1. Claims 1-18 meet the criteria set out in PCT Article 33(2)-(4), because the prior art does not teach or fairly suggest a downhole telemetry system as claimed in claims 1 and 12, wherein the PSK transmit signal has a carrier frequency of no more than about 1Hz, and wherein the PSK transmit signal has a signal constellation with more than 4 phase states.

2. Claims 19-24 and 28-37 lack inventive steps under PCT Article 33(3) as being obvious over Thawley et al. U.S. Patent 4,468,665 in view of Hessel et al. U.S. Patent 6,289,487.

Thawley et al. teaches a downhole telemetry system that comprises an antenna (inherent) configured to transmit low frequency electromagnetic signals; a phase-shift key (PSK) transmitter configured to receive digital signals indicative of telemetry data and configured to convert the digital signals into a PSK transmit signal, wherein the PSK transmitter provides the transmit signal to the antenna, wherein the PSK transmit signal contains multiple carrier frequencies (column 6 lines 55-63 and column 4 lines 10-15).

However, Thawley et al. does not specifically teach that the PSK transmit signal has a signal constellation with more than 4 phase states.

Hessel et al. teaches a data transmission method, wherein the transmit signal has a signal constellation with more than 4 phase states such as 8-PSK or 16-PSK in order to increase the data density and higher data rate (column 1 lines 43-59).

Since both Thawley et al. and Hessel et al.'s teaching involve data transmission, therefore, it would have been obvious to one of ordinary skill in the art at the time the invention was made to provide a signal having more than 4 phase states to the data transmission system disclosed by Thawley et al., as evidenced by Alelyusnas et al., in order to increase the data density and data transmission rate.

Regarding claims 20-24, even though Thawley et al. does not specifically mention that the signal constellation consists of 8, 16, 32, 256 and 1024 phase states, however, one of ordinary skill in the art would recognize that the data transmission rate is proportional to the number of phase states as suggested by Hessel et al. (shown above). The greater the number of phase states in a signal leads to faster data transmission rate.

Therefore, it would have been obvious to one of ordinary skill in the art at the time the invention was made to provide said phase states (8, 16, 32, 256 and 1024) to the signal disclosed by Thawley et al., as suggested by Hessel et al., in order to increase the data transmission rate.

Claims 30 and 36 lack inventive steps for the same reasons as claim 19.

Regarding claims 28, 30 and 32, even though Thawley et al. does not specifically teach using multiple frequency carrier signals, however, a skilled in the art would recognize that using multiple frequencies/carrier frequencies would enhance the bandwidth and therefore enhance the data transmission rate. Therefore, by conventionality, it would have been obvious to provide multiple carrier frequencies signals to the system disclosed by Thawley et al. Regarding the claimed limitation wherein the multiple carrier frequency signals are separated by a ratio of about 38/15, a skilled in the art would recognize that such a ratio can easily be achieved by a designing practitioner. Therefore, it would have been obvious to provide such a limitation to the system disclosed by Thawley et al.

Regarding claims 29 and 37, amplitude modulation has been commonly applied in wireless data transmission. Therefore,

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.
PCT/US03/20871

Supplemental Box

(To be used when the space in any of the preceding boxes is not sufficient)

by conventionality, it would have been obvious to one of ordinary skill in the art to provide amplitude modulation to the signal in the system disclosed by Thawley et al.

Claims 31 and 33-35 lack inventive steps for the same reasons as claims 2-6.

3. Claims 25-27 lack an inventive steps under PCT Article 33(3) as being obvious over Thawley et al. U.S. Patent 4,468,665 in view of Hessel et al. U.S. Patent 6,289,487 and in further view of Waggener et al. U.S. Patent 4,215,427.

Regarding claims 25-27, as mentioned above, Thawley et al. in view of Hessel et al. teaches a downhole telemetry system, except wherein the PSK transmit signal has a symbol period of at least about four carrier cycles (as shown in Figure 6A of this application).

Waggener et al., in the same field of endeavor, teaches a downhole telemetry system, wherein the transmit signal has a symbol period of at least about four carrier cycles (Figure 4A).

Therefore, it would have been obvious to one of ordinary skill in the art at the time the invention was made to provide a transmit signal has a symbol period of at least about four carrier cycles to the telemetry system disclosed by Thawley et al. in view of Hessel et al., as evidenced by Waggener et al., in order to enhance the data rate. As can be seen from Figure 4A of Waggener et al. and Figure 6A of this application, then more data would be able transmitted because the less the carrier cycles being assigned with each symbol period, then the more symbols would be able to be assigned and vice versa.

NEW CITATIONS

US 6,289,487 B1 (HESSSEL et al) 11 September 2001, see column 1, lines 43-59.

Thawley et al.

[11] Patent Number: 4,468,665

[45] **Date of Patent:** Aug. 28, 1984

[54] DOWNHOLE DIGITAL POWER AMPLIFIER
FOR A
MEASUREMENTS-WHILE-DRILLING
TELEMETRY SYSTEM

[75] Inventors: **S. Tom Thawley; Craig M. Scott**, both of Dallas, Tex.

[73] Assignee: **Tele-Drill, Inc., Richardson, Tex.**

[21] Appl. No.: 229,799

[22] Filed: Jan. 30, 1981

[51] Int. Cl.³ G01V 1/40

[52] U.S. Cl. 340/856; 367/76;
33/312

[58] Field of Search 367/65-67,
367/76; 455/4; 330/279, 129; 33/312; 340/825,
856

[56] **References Cited**

U.S. PATENT DOCUMENTS

3,360,738	12/1967	Harris et al.	367/65
3,732,728	5/1973	Fitzpatrick	340/854
3,938,129	2/1976	Smithes	340/856
4,087,781	5/1978	Grossi et al.	340/854
4,136,327	1/1979	Flanders et al.	340/856
4,218,678	8/1980	Fowler et al.	343/5 GT

FOREIGN PATENT DOCUMENTS

2040125	8/1980	United Kingdom	367/67
314171	11/1971	U.S.S.R.	367/65

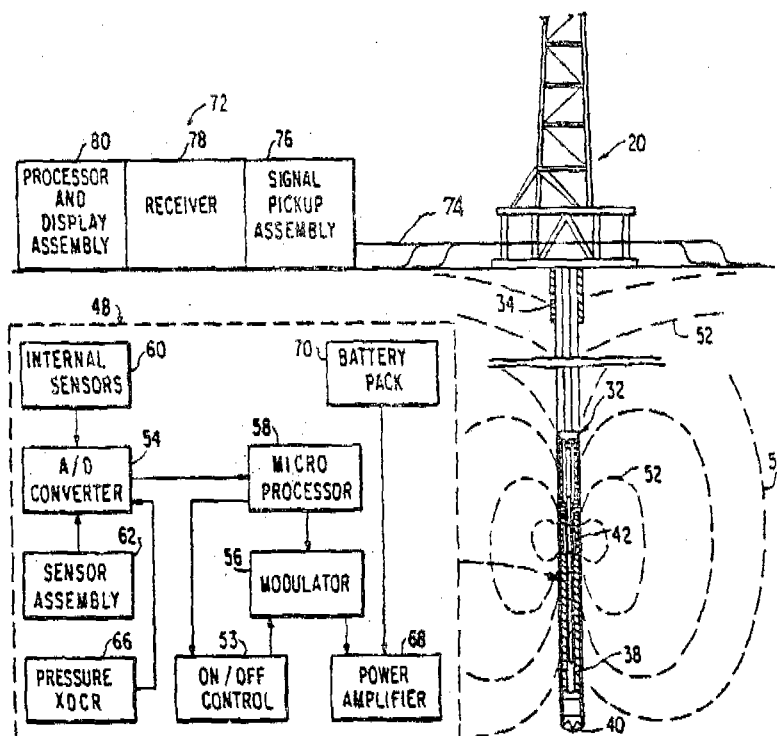
Primary Examiner—Nelson Moskowitz

Attorney, Agent, or Firm—John J. Byrne; Bradford E. Kile

[57] ABSTRACT

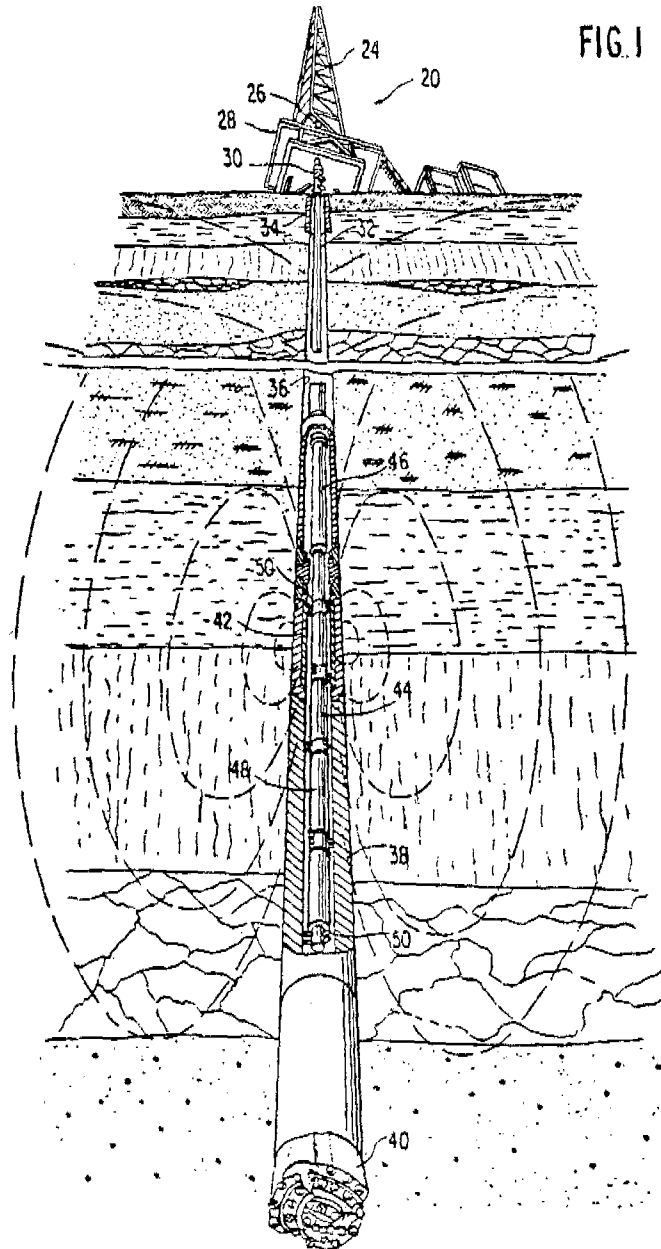
A downhole digital power amplifier comprises a device which, through digital means, provides a sinusoidal, variable frequency, variable power and variably phase-shift modulated output for the transmission of data from a downhole sensor arrangement to an uphole receiver. Selection and variation of frequency, power and modulation are made through digital inputs. The device provides these functions at extra low frequencies (ELF) low-to-high power output, and varying phase-shift keying. The downhole digital power amplifier (68) comprises, in a preferred embodiment, an input shift register (81) for receiving a digital bit stream, a programmable frequency divider (82), a dead man timer circuit (84), a counter (86), a sync circuit (88), a PROM (90) (programmable read-only memory) for generating a digital sinusoidal output, a DAC (92) (digital-to-analog converter) for converting the digital sinusoidal output to an analog sinusoidal output, a power supply control circuit (94), an analog divider (96), and a conventional power amplifier (98). The dead man timer circuit detects normal operation and a fault condition, and controls the power supply control circuit to "power down" the amplifier when reception of a digital bit stream is not imminent during normal operation, and controls the power supply control circuit to periodically generate a "failure informant" message during a fault condition.

18 Claims, 8 Drawing Figures



15
123

FIG. 1



134

FIG. 2

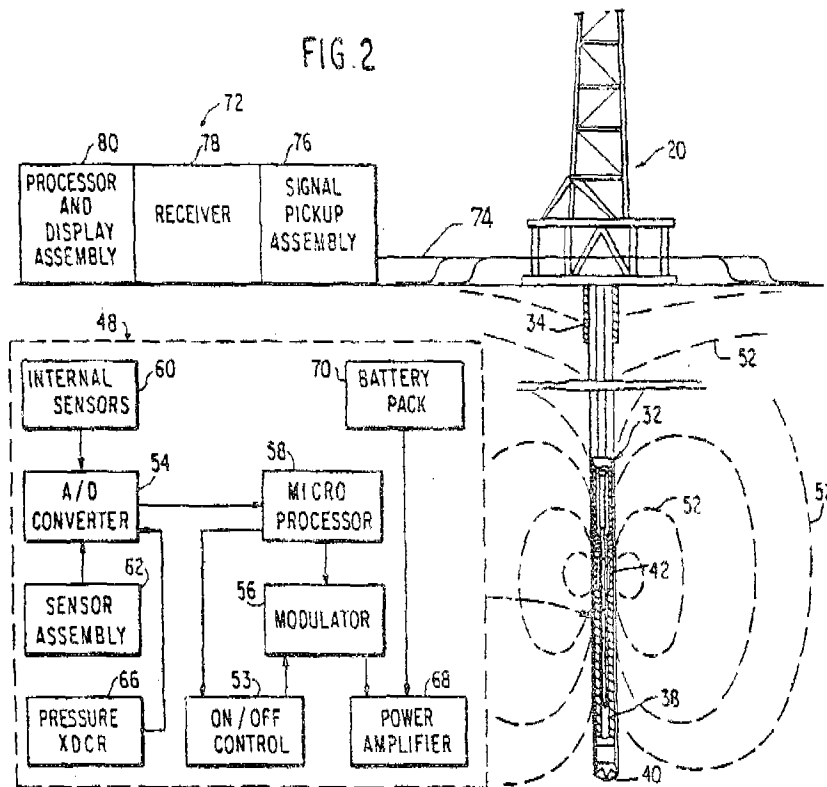
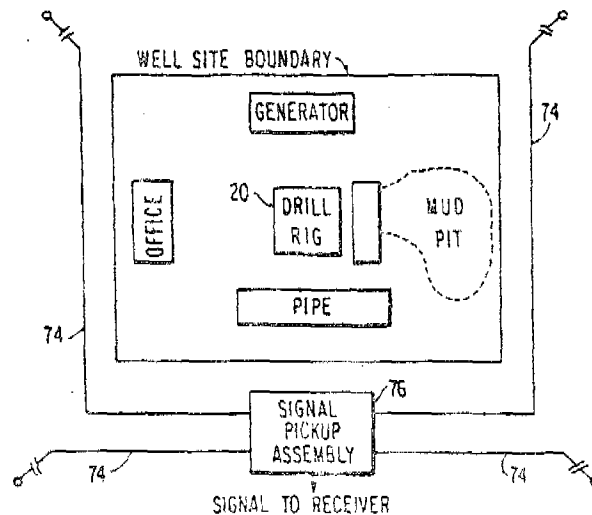


FIG. 3



DOWNHOLE DIGITAL POWER AMPLIFIER FOR A MEASUREMENTS-WHILE-DRILLING TELEMETRY SYSTEM

BACKGROUND OF THE INVENTION

1. Field of the Invention

This invention relates to a downhole digital power amplifier, and more specifically a device which, through digital means, provides a sinusoidal, variable frequency, variable power and phase-shift modulated output for the transmission of data from a downhole sensor arrangement to a coupling transfer device, or the like. Selection of and variation for frequency, power and modulation are made by digital inputs, and the device provides these functions at extra low frequencies (ELF), low-to-high power output, and varying phase-shift keying. Although the subject invention has a range of applications, the invention has particular utility as a downhole digital power amplifier for use in a measurements-while-drilling (MWD) system.

The incentives for downhole measurements during drilling operations are substantial. Downhole measurements while drilling will allow safer, more efficient, and more economic drilling of both exploration and production wells.

Continuous monitoring of downhole conditions will allow immediate response to potential well-control problems. This will allow better mud programs and more accurate selection of casing seats, possibly eliminating the need for an intermediate casing string, or a liner. It also will eliminate costly drilling interruptions while circulating to look for hydrocarbon shows at drilling breaks, or while logs are run to try to predict abnormal pressure zones.

Drilling will be faster and cheaper as a result of real-time measurement of parameters such as bit weight, torque, wear and bearing condition. The faster penetration rate, better trip planning, reduced equipment failures, delays for directional surveys, and elimination of a need to interrupt drilling for abnormal pressure detection, could lead to a 5 to 15% improvement in overall drilling rate.

In addition, downhole measurements while drilling may reduce costs for consumables, such as drilling fluids and bits, and may even help avoid setting pipe too early. Were MWD to allow elimination of a single string of casing, further savings could be achieved since smaller holes could be drilled to reach the objective horizon. Since the time for drilling a well could be substantially reduced, more wells per year could be drilled with available rigs. The savings described would be free capital for further exploration and development of energy resources.

Knowledge of subsurface formations will be improved. Downhole measurements while drilling will allow more accurate selection of zones for coring, and pertinent information on formations will be obtained while the formation is freshly penetrated and least affected by the mud filtrate. Furthermore, decisions regarding completing and testing a well can be made sooner and more competently.

There are two principal functions to be performed by a continuous MWD system: (1) downhole measurements, and (2) data transmission. The subject invention pertains to an element in the data transmission aspect of MWD.

2. Description of Prior Art

The transmission of data or other information from downhole sensors or telemetry systems has typically incorporated such techniques as (1) mud-pressure pulse, (2) insulated conductor, (3) acoustic generation, and (4) electromagnetic waves. These techniques utilize an analog input and analog circuitry to provide the desired frequency, power and modulation outputs. The use of analog devices and techniques has proven in the past to be bulky and relatively inaccurate, particularly at extra low frequencies and high power. Because of this, transmission rates and frequencies are normally set at a single value.

In a mud-pressure pulse system, the resistance to the flow of mud through a drill string is modulated by means of a valve and control mechanism mounted in a special drill-collar sub near the bit. The communication speed is fast since the pressure pulse travels up the mud column at or near the velocity of sound in the mud, or about 4,000 to 5,000 fps. However, the rate of transmission of measurements is relatively slow due to pulse spreading, modulation-rate limitations, and other disruptive limitations such as the requirement of transmitting data in a fairly noisy environment.

Insulated conductors, or hard-wire connection from the bit to the surface, is an alternative method for establishing downhole communications. The advantages of wire or cable systems are that: (1) capability of a high data transmission rate is provided; (2) power can be sent downhole; and (3) two-way communication is possible. This type of system has at least two disadvantages; it requires a special drill pipe, and it requires special tool-joint connectors.

To overcome these disadvantages, a method of running an electrical connector and cable to mate with sensors in a drill-collar sub was devised. The trade-off or disadvantage of this arrangement is the need to withdraw the cable, then replace it each time a joint of drill pipe is added to the drill string. In this and similar systems the insulated conductor is prone to failure as a result of the abrasive conditions of the mud system and the wear caused by the rotation of the drill string. Also, cable techniques usually entail awkward handling problems, especially during adding or removing joints of drill pipe.

In addition, hardwire systems use high frequencies which utilize smaller components to circumvent size problems downhole. While the data rate is higher, the number of analog components required is great. In addition, in acoustic-type systems, an acoustic (or seismic) generator is located near the bit. Acoustic methods use the higher frequencies which are not only affected by acoustic noise during drilling, but also by higher signal attenuation through the conducting media. Accordingly, it is considered highly desirable to develop a transmitter which will occupy a small area, generate frequency in the ELF range at high power, and yet be capable of modulating data at a moderate rate with comparatively low loss. Power for this generator would have to be supplied downhole. The very low intensity of the signal which can be generated downhole, along with the acoustic noise generated by the drilling system, make signal detection difficult. Reflective and refractive interference resulting from changing diameters and thread makeup at the tool joints compound the signal attenuation problem for drill-pipe transmission. Moreover signal-to-noise limitations for each acoustic transmission path are not well defined.

185 196

**SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO
DIVISIÓN DE NUEVAS CREACIONES**

2020
Bogotá, D.C.,

Abogado
ALVARO CORREA ORDOÑEZ

ASUNTO	Radicación	04-130206
	Trámite	011
	Evento	379
	Actuación	430
	Oficio	01 4896
	Folios	009

Patente de Invención	☒	Patente de Modelo de Utilidad	☐
Vía Nacional	☐		
Vía PCT (fase nacional)	☒	Cap. I	☐ Cap. II ☒
No. Sol. Internacional	PCT/US2003/020871		
Fecha de Presentación Internac.	2 julio 2003		

Como resultado del examen de fondo, realizado con fundamento en el artículo 45 de la Decisión 486 de la Comisión de la Comunidad Andina, se le comunica:

1. Documentos estudiados

- 1.1. Descripción: Folios: 30 a 59 como se radicó inicialmente
Folios: 140 a 163 Respuesta a artículo 45
- 1.2. Reivindicaciones: Folios: 60 a 69 como se radicó inicialmente
Folios: 164 a 167 Respuesta a artículo 45
- 1.3. Dibujos: Folios: 71 a 75 como se radicó inicialmente
Folios: 169 a 175 Respuesta a artículo 45
- 1.4. Rta. del Solicitante: Folios: 129 a 180.
- 1.5. Prioridad: Folio: 1
(5 Julio. 2002, US, N° 10/190.165).

2. Objeto de la invención

La presente solicitud se titula "SISTEMA DE TELEMETRÍA ELECTROMAGNÉTICA DE BAJA FRECUENCIA QUE EMPLEA MODULACIÓN POR DESPLAZAMIENTO DE FASE DE ALTA CARDINALIDAD", Folio N° 1.

El objeto de la presente solicitud es un sistema de telemetría para transmitir datos electromagnéticos con modulación de cambio de fase, desde una herramienta de taladro en el fondo de una excavación para un pozo petrolero.

De otra parte, el pliego reclama: un sistema de telemetría en el fondo de un pozo, relacionado en las reivindicaciones 1 a 11 y un método para explorar mientras se taladra, relacionado en las reivindicaciones 12 a 18.

El objeto de la solicitud definido anteriormente se clasificó en la G01V 1/22.

3. De la solicitud de Patente

3.1. Reivindicaciones (artículo 30 D 486)

Como respuesta al oficio No. 3179 del 29 de febrero de 2008, se eliminaron las reivindicaciones 19 a 37, las reivindicaciones restantes se dejaron sin ninguna modificación. La oficina considera que el nuevo pliego no solventa los problemas expuestos en el anterior oficio dados los siguientes motivos:

La reivindicaciones 1, se limita a enumerar algunos componentes de un sistema de telemetría, pero no establece una relación de estructura o de función entre estos. Una configuración tal como un sistema de telemetría debe ser definida por medio de sus componentes y las relaciones que hay entre estos. Es decir, la reivindicación debe especificar la estructura, la forma de conexión, forma de comunicación, etc., puesto que estas características son las que realmente permiten conocer la estructura de la invención.

Por otra parte, la reivindicación utiliza la señal de transmisión como un componente fundamental del objeto de la solicitud. Al respecto la oficina ha indicado que una señal de transmisión no tiene carácter técnico, por o cual no puede ser un elemento característico. Esta señal no se puede considerar como un componente del sistema (tal como reclama el solicitante) por el hecho de que la señal de transmisión es un resultado (producto del uso del transmisor de modulación) no un elemento técnico propio de un sistema tal como el reclamado.

Por las razones expuestas anteriormente, las reivindicaciones 2 a 11, no son aceptables ya que se refieren a características de la señal de transmisión. Estas características son igualmente resultado producto del uso del transmisor.

El método para explorar mientras se taladra presentado en las reivindicaciones 12 a 18, es un procedimiento de manejo de información tal como una señal de transmisión digital. Este método no puede ser objeto de patente porque:

- Es un procedimiento de manejo de información que comprende una serie de etapas lógicas que hacen que un sistema de procesamiento ejecute determinada tarea, lo cual es soporte lógico
- Se refiere a un procedimiento usual y rutinario de la operación del sistema de telemetría, lo cual corresponde al uso de este sistema no a un procedimiento patentable.
- Esta caracterizado por medio de la señal de transmisión, la cual como se dijo anteriormente, NO tiene carácter técnico.
- No resuelve ningún problema técnico, el problema se resuelve con el sistema de telemetría, no con el procesamiento de datos inherente a la operación de este sistema.

En conclusión, el pliego reivindicatorio calificado no cumple los requisitos de claridad, exigidos en el Art. 30.

4. No es una invención (artículo 15 D 486)

La oficina realizó las observaciones con respecto a que la materia reivindicada corresponde a materia que no es patentable ya que se refiere a presentación de información y soporte lógico como tal. La oficina ratifica las observaciones anteriores dado lo siguiente:

Los estados de fase, el periodo, la frecuencia, etc., de una señal, definen la información que esta señal transmite, razón por la que caracterizar un invento por medio de la información transmitida es presentación de información, lo cual no es patentable de acuerdo al literal f) del Art. 15.

De otra parte, una secuencia de manejo de datos (información), es un conjunto de instrucciones, capaces de hacer que el sistema ejecute determinada tarea u obtenga determinado resultado, que es justamente lo que se entiende por soporte lógico como tal. Esto hace evidente que la invención se encuentra dentro de las excepciones a la patentabilidad señaladas en el inciso e) del Art. 15.

De acuerdo a los literales e) y f) del Art. 15, lo que se reclama en el pliego calificado NO puede considerarse como una invención.

5. Determinación del Estado de la Técnica

Considerando que la solicitud reclama prioridad a la fecha de 5 julio de 2002, se buscaron documentos del estado de la técnica relacionados, con fecha de publicación anterior a esta. Se realizo búsqueda de documentos relevantes dentro del estado de la técnica, entendiendo como estado de la técnica la definición provista en el Art. 16 D 486, y las excepciones fijadas en el Art. 17 de la misma.

Se encontró como anterioridades los documentos relacionados a continuación que afectan la patentabilidad del objeto de la presente solicitud

N°	Documento*	Título	Fecha de publicación
D1	US4468665	DOWNHOLE DIGITAL POWER AMPLIFIER FOR A MEASUREMENT.WHILE-DRILLING TELEMETRY SYSTEM	1984-08-28

*El documento se anexa con el requerimiento.

6. Análisis de patentabilidad (artículo 14 D486)

En cumplimiento del Art. 14 D486 se procedió a evaluar los requisitos de novedad, nivel inventivo y aplicabilidad industrial, con el fin de establecer la patentabilidad de la invención reivindicada de la solicitud en estudio.

6.1. Novedad (artículo 16 D486)

El requisito de novedad se evaluó por comparación entre lo solicitado y los documentos encontrados en el estado de la técnica y que se relacionan con el objeto reivindicado

La reivindicación 1 de la solicitud en estudio presenta un sistema de telemetría en el fondo de un pozo que tiene las siguientes características técnicas:

- Una antena configurada para transmitir señales electromagnéticas
- Un transmisor de modulación por desplazamiento de fase (PSK), donde este transmisor suministra la señal de transmisión a la antena.

La anterioridad **D1** se relaciona con amplificador digital de potencia el cual a través de medios digitales proporciona una salida sinusoidal, variable en frecuencia y modulada por desplazamiento de fase (PSK), para la transmisión de datos en sistemas de medida mientras se taladra (MWD) . El dispositivo comprende:

- Un transmisor de datos toroide **42** (Fig. 1, col. 5 línea 35)
- Una herramienta de telemetría **44** (Fig. 1) operable para detectar y transmitir datos a la superficie a través del transmisor **42** (col. 5 línea 39 a col. 6 línea 5).

Como se ve esta anterioridad comprende todos los elementos característicos del objeto reclamado en la reivindicación 1.

Las reivindicaciones 2 a 11, se refieren a una señal de transmisión que por ser el resultado del uso del transmisor tampoco tienen novedad.

Como se observa, al hacer la comparación elemento por elemento entre lo solicitado y el estado de la técnica, se encuentra que las características esenciales del objeto de esta solicitud son idénticas a lo comprendido en el documento **D1**, razón por la cual la solicitud no cumple con el requisito de novedad.

7. Conclusión:

Los requisitos de patentabilidad de la presente solicitud se encuentran afectados así:

Nº	Documento N°	Reivindicaciones afectadas	Requisito que afecta
D1	US4468665	1 a 12	Novedad

8. Respuesta a los argumentos del solicitante

Los argumentos del solicitante fueron contemplados y se tuvieron en cuenta para realizar el presente análisis.

Si el interesado desea continuar la tramitación, deberá presentar una o más reivindicaciones que definan la materia que se desea proteger, en forma clara, concisa y acorde a lo que establece la ley.

Se recomienda, que tenga en cuenta que el replanteamiento de esos apartes NO podrá implicar una ampliación de la protección que correspondería a la divulgación contenida en la solicitud inicial, de acuerdo a lo que establece el artículo 34 de la Decisión 486.

En cumplimiento del artículo 45 de la Decisión 486 de la Comisión de la Comunidad Andina, se le indica que debe dar respuesta dentro del término de sesenta días contados a partir de la fecha de notificación de la presente comunicación. En caso de no dar respuesta al presente requerimiento, o si a pesar de la respuesta subsistieran los impedimentos para la concesión, se denegará la patente.

Notifíquese el presente oficio conforme a lo dispuesto en el numeral 5.2, literal e), del capítulo quinto del título primero de la Circular Única N° 10 de 2001.


ALIX CARMENZA CÉSPEDES DE VERGEL
Jefe de División de Nuevas Creaciones

El anterior requerimiento fue notificado por fijación en lista, de fecha
12 Y NOV. 2008

CONCEPTO TÉCNICO No. 2915

EXAMINADOR TÉCNICO
Código No. 202082