

Bogotá D.C., 25 de Julio de 2017

Señores

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO

DIRECCION DE NUEVAS CREACIONES

E. S. D.

Ref.: Respuesta de requerimiento de forma

No. de Exp.: NC2017/0005069

Patente: USO DE UN VEHÍCULO REMOTAMENTE
CONTROLADO EN UNA OPERACIÓN DE
DETONACIÓN

Oficio: 7615

Yo, **HASBLEYDI CALVO ROJAS** identificada con cédula de ciudadanía No. 53.123.537, portadora de la tarjeta profesional No. 248.664 del C. S. de la J., obrando como apoderada de **DETNET SOUTH AFRICA (PTY) LTD**, solicitante de la solicitud de patente en cuestión, en respuesta al oficio de examen de forma No. 7615, me permito manifestar:

1. Modificaciones a la solicitud

En primera medida, el solicitante manifiesta el deseo de modificar el título de la solicitud con el propósito de eliminar los usos y definir las características específicas del método de la solicitud. Dicho nuevo título es:

“IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE DETONACIÓN”.

Así mismo, de acuerdo a las disposiciones del artículo 34 de la Decisión 486, me permito adjuntar a este memorial un nuevo capítulo reivindicatorio que consta de catorce (14) reivindicaciones, en el cual se realizaron las siguientes modificaciones:

- Se enmendó la totalidad del pliego reivindicatorio con el objetivo de definir la secuencia lógica de etapas y las condiciones técnicas específicas del método de implementación de un sistema de detonación de la presente invención
- Las antiguas reivindicaciones 1, 3, 4, 5, 20, 21 y 22 fueron modificadas con el fin de eliminar términos imprecisos que no permiten distinguir la invención del estado de la técnica.
- La antigua reivindicación 18 fue enmendada con el fin de eliminar el error tipográfico indicado por el Examinador.

- Se enmendó la totalidad del pliego reivindicatorio con el fin de eliminar cualquier referencia al uso que puede darse al producto reivindicado o a sus elementos; así, el nuevo pliego reivindicatorio no incluye usos.
- La antigua reivindicación 4 fue enmendada con el fin de eliminar cualquier referencia a un “software”, el cual se considera materia no patentable.
- Se enmendó la totalidad del pliego reivindicatorio para incluir entre paréntesis () los números de referencia de cada uno de los elementos que conforman la invención de acuerdo con la numeración empleada en los dibujos, tal y como lo solicito el Examinador.

Con relación a las modificaciones anteriormente mencionadas, el solicitante manifiesta que éstas no amplían de ninguna manera la materia objeto de la solicitud en estudio y se realiza con el fin de superar las objeciones planteadas por el examinador en el oficio del examen de forma para el cual se está presentando respuesta.

2. **Claridad de las reivindicaciones (Art. 30 D486)**

El solicitante desea manifestar que las nuevas reivindicaciones fueron modificadas de tal modo que la invención allí definida está escrita en términos de sus características esenciales que permiten que un experto en la materia la entienda y la pueda desarrollar, cumpliendo así con el requisito de claridad como se establece en el artículo 30 de la Decisión 486.

En primera medida, la totalidad del pliego reivindicatorio fue enmendado con el fin de definir el método de la invención a través de una secuencia lógica de etapas y condiciones específicas del proceso. Así las cosas, la reivindicación independiente 1 fue modificada de la siguiente manera:

“Un método de implementación de un sistema de detonación que incluye detonadores y perforaciones en un sitio de detonación (10); donde el método incluye los pasos de estudiar el sitio de detonación (10) y determinar los parámetros geográficos del sitio en respuesta al estudio a través de un vehículo aéreo (AV) (14) remotamente controlado, determinar los datos posicionales (44) de cada una de las perforaciones pretendidas (32), identificar la posición física de cada uno de las perforaciones

pretendidas (32, y marcar sobre el sitio la posición física de cada una de las pretendidas perforaciones (32) mediante el AV (14)."

A partir de la reivindicación independiente 1 enmendada resultan claros los pasos que comprenden el método reclamado. Basados en la modificación mencionada a la reivindicación independiente 1 se procedió a enmendar las reivindicaciones dependientes del antiguo pliego reivindicatorio. Así, el pliego reivindicatorio enmendado comprende 14 reivindicaciones que de ninguna manera amplían la materia objeto de la solicitud en estudio.

Por otra parte, los términos “*al menos*”, “*pluralidad*” y “*una o más*”, los cuales el Examinador considera imprecisos al “*no permitir distinguir la invención del estado de la técnica*”, fueron removidos del pliego reivindicatorio enmendado para definir el método reclamado por sus características estructurales que lo distinguen del estado de la técnica más próximo.

Además, el Examinador indica que la antigua reivindicación 18 tiene un “*error de redacción (tipografía) según el siguiente fragmento: "(...) para detectar el estado de una perforación en el sitio de detonación (...)"*”. Debido a que la nueva reivindicación 10 retoma el mencionado fragmento de la antigua reivindicación 18 se procedió a hacer la corrección tipográfica en el fragmento de la siguiente manera:

“...para detectar el estado de una perforación en el sitio de detonación (10)...”

En otro aspecto, el Examinador sugiere modificar las reivindicaciones de manera tal que no se incluyan usos al no ser características técnicas que definen la invención. Por consiguiente, el pliego reivindicatorio enmendado no contiene mención a posibles usos que puedan dársele al método reivindicado, a algunos de sus pasos o a sus elementos estructurales.

Adicionalmente, el Examinador sugiere eliminar la referencia al “*software*” que se incluye en la antigua reivindicación 4 teniendo en cuenta que los *softwares* se consideran materia no patentable según el Art. 15, literal e) D486. Dado lo anterior, y teniendo en cuenta que la antigua reivindicación 4 se incluye en la nueva reivindicación independiente 1, el término “*software*” fue eliminado del pliego.

Finalmente, tal como el Examinador muy amablemente lo sugirió, se incluyeron entre paréntesis () los números de referencia de cada uno de los elementos que hacen parte de la

invención de acuerdo con la numeración empleada en los dibujos para facilitar la comprensión de la invención reivindicada.

En conclusión, me permito establecer que, gracias a las modificaciones realizadas, la presente solicitud cumple cabalmente con el requisito de claridad respecto a la invención expuesta en las nuevas reivindicaciones 1 a 14.

4. Anexos

- Cuerpo de patente con título enmendado
- Las reivindicaciones modificadas

De antemano le agradezco su colaboración.

Cordialmente,



Hasbleydi Calvo Rojas
C.C. 53.123.537 de Bogotá D.C.
T.P. 248.664 del C.S.J

REIVINDICACIONES

1. Un método de implementación de un sistema de detonación que incluye detonadores y perforaciones en un sitio de detonación (10); donde el método incluye los pasos de estudiar el sitio de detonación (10) y determinar los parámetros geográficos del sitio en respuesta al estudio a través de un vehículo aéreo (AV) (14) remotamente controlado, determinar los datos posicionales (44) de cada una de las perforaciones pretendidas (32), identificar la posición física de cada uno de las perforaciones pretendidas (32), y marcar sobre el sitio la posición física de cada una de las pretendidas perforaciones (32) mediante el AV (14).
2. Un método de acuerdo a la reivindicación 1, caracterizado porque la posición física de cada perforación pretendida (32) es marcada al depositar un marcador que incluye un transpondedor (36), el cual puede ser interrogado de tal modo que la locación (32) del marcador puede ser precisamente identificada.
3. Un método de acuerdo a la reivindicación 1, caracterizado porque el AV (14) hace una marca indeleble en el suelo (34), la cual permite posicionar una máquina de perforación de tal modo que una perforación pueda ser hecha en la posición física marcada.
4. Un método de acuerdo a la reivindicación 1, caracterizado por estudiar el sitio de detonación (10) y determinar los datos geográficos (44) de cada posición mediante el AV (14) después de que las perforaciones han sido hechas en el sitio de detonación (10).

5. Un método de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque además incluye un RCV (14) para controlar la implementación de los conductores (74) entre las perforaciones, y para controlar una máquina de detonación.
6. Un método de acuerdo a la reivindicación 5, caracterizado porque el RCV (14) es un TV que implementa los conductores (74) a partir del TV.
7. Un método de acuerdo a la reivindicación 1, caracterizado porque un TV entrega el material explosivo (80) a cada perforación hecha en el sitio de detonación (10).
8. Un método de acuerdo a la reivindicación 1, caracterizado porque el AV (14) es equipado con sensores (18, 20, 22) que permiten detectar si cada una de las perforaciones hechas en el sitio de detonación 10 ha sido cargada con un material explosivo (80).
9. Un método de acuerdo a la reivindicación 1, caracterizado porque además incluye un AV (14) como una estación repetidora que transmitir información entre una máquina de detonación y cada uno de los detonadores en el sitio de detonación (10).
10. Un método de acuerdo a la reivindicación 9, caracterizado porque la información incluye datos, comandos para la revisión de la integridad de cada conexión de detonador, para detectar el estado de una perforación en el sitio de detonación (10) que es cargada con material explosivo (80), para transferir tiempos de temporización e información de identidad entre la máquina de detonación y cada uno de los detonadores, y para retransmitir señales de iniciación desde la máquina de detonación hasta cada uno de los detonadores.
11. Un método de acuerdo a la reivindicación 1, caracterizado porque el AV (14) incluye un transmisor que transmite una señal de radiodifusión inducida en cables

superficiales en el sitio de detonación (10) y que es retransmitida a los detonadores de las perforaciones en el sitio de detonación (10).

- 12.** Un método de acuerdo a la reivindicación 1, caracterizado porque el sitio de detonación (10) incluye detonadores y un respectivo receptor/transmisor transductor (84) posicionado sobre la superficie en el sitio de detonación (10); donde dicho receptor/transmisor transductor (84) se encuentra conectado por conexiones de fibra óptica a un detonador respectivo; y además donde el AV (14) se comunica única y directamente con cada transductor (84) debido a que este atraviesa el sitio de detonación (10) por medio aéreo.
- 13.** Un método de acuerdo a la reivindicación 1, caracterizado porque el sitio de detonación (10) incluye perforaciones, donde cada perforación es cargada con un material explosivo (80), un detonador en el material explosivo (80) y material conductivo, el cual es capaz de retransmitir una señal entre la superficie y el detonador, y donde la ignición de los detonadores es efectuada por medio de una señal de radiodifusión a partir de un AV (14) a todas las perforaciones simultáneamente.
- 14.** Un método de acuerdo a la reivindicación 1, caracterizado porque el sitio de detonación (10) incluye una máquina de detonación y detonadores en las respectivas perforaciones del sitio de detonación (10), y donde el AV (14) implementa medidas correctivas (60) que abordan desde un detonador defectuoso, una conexión defectuosa entre detonadores o una conexión defectuosa entre un detonador y la máquina de detonación.

IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE DETONACIÓN

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

[0001] Esta invención se relaciona en términos generales a la implementación de un sistema de detonación.

5 **[0002]** Un sitio de detonación puede incluir cientos o miles de detonadores extendidos sobre un área geográfica sustancial. Para establecer el sitio de detonación una pluralidad de perforaciones son hechas en el suelo en unas posiciones predeterminadas y posteriormente cada perforación es cargada con explosivos en los que al menos un detonador es posicionado. Los detonadores pueden estar interconectados por medio de conexiones cableadas (conductores) o pueden hacer uso del llamado
10 “sistema inalámbrico”, donde señales de baja frecuencia, las cuales se pueden comunicar con los detonadores, son propagadas a través de la tierra.

[0003] Un cuidado sustancial debe ser aplicado en la preparación del sitio de detonación y en la implementación de un proceso de detonación. Los varios pasos en el proceso de detonación deben ser revisados continuamente y reconsiderados tal como sea apropiado para asegurar que cada perforación
15 sea correctamente cargada con el explosivo y sea correctamente conectada a una red de detonación. Los cables que conllevan a detonadores individuales deben estar protegidos de daños. Es de primordial importancia que el personal de detonación no sea inadvertidamente expuesto a situaciones en las cuales daños, heridas o incluso la muerte puedan ocurrir.

[0004] Varios protocolos detallados han sido diseñados para asegurar que el proceso de detonación
20 sea implementado seguramente. Sin embargo, los errores ocurren y pueden producir resultados indeseables. Preferiblemente, el uso de personal en el sitio de la detonación debe ser reducido tanto como sea posible. También, si se detectan fallas antes de que la ignición tenga lugar, algún tipo de acción remediadora debe ser llevada a cabo.

[0005] A parte de las cuestiones de fondo mencionadas que generalmente hacen parte de la preparación del sitio de detonación y del proceso de detonación en sí mismo, es deseable contar con alguna indicación de la manera en la que el proceso de detonación tiene lugar, es decir, tener un registro en tiempo real que muestre cómo ocurre la detonación y sus efectos. Lo anterior conlleva a que se
5 desarrollen procedimientos de detonación mejorados.

[0006] Un objeto de la presente invención es abordar, al menos en parte, algunos de los factores previamente mencionados.

DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

[0007] En un amplio sentido, la invención provee un método de implementación de un sistema de
10 detonación, el cual incluye una pluralidad de detonadores y una pluralidad de perforaciones en un sitio de detonación, donde al menos un vehículo remotamente controlado (RCV, por sus siglas en inglés) es empleado para controlar al menos un aspecto del sistema de detonación.

[0008] Tal como es usado en el presente documento, “RCV” distingue a un vehículo no tripulado remotamente controlado que puede ser o un vehículo terrestre (TV, por sus siglas en inglés) o un
15 vehículo aéreo (AV, por sus siglas en inglés). De acuerdo a algún requerimiento, también es posible hacer uso de un TV en combinación con un AV.

[0009] Para los AVs, se encuentran dentro del alcance de la invención los vehículos tipo globo que pueden ser conducidos o impulsados por medio de uno o más motores de propulsión. Es posible hacer uso de un número de RCVs operados individualmente o en una forma de escuadrón, bajo el control de
20 técnicas deseables, por ejemplo, un software configurable por el usuario para controlar simultáneamente o secuencialmente aspectos del proceso de detonación.

[0010] Un objetivo primario de hacer uso de al menos un RCV es reducir el número de personal requerido en el sitio de detonación. Lo anterior incrementa la seguridad de la operación. Otro objetivo principal es hacer uso del RCV para obtener datos más precisos y así asegurar que un proceso de detonación sea llevado a cabo más efectivamente.

5 **[0011]** De acuerdo al primer aspecto de la invención, al menos un RCV es usado para estudiar un sitio de detonación para la determinación de parámetros geográficos del sitio. En respuesta a dicho estudio, usando un software configurable por el usuario que es ejecutado remotamente o a bordo del RCV, los datos posicionales de cada uno de la pluralidad de perforaciones pueden ser determinados. El RCV puede ser controlado autónomamente o por medio de una unidad de control para marcar cada locación
10 prevista de cada perforación.

[0012] El RCV, a pesar de poderse controlar remotamente, al menos en parte por un operador, puede también poseer una capacidad sustancial de funcionalidad autónoma; es decir, el RCV puede ser capaz de llevar a cabo varias operaciones bajo la mirada del supervisor, generalmente de modo independiente del control en tiempo real, pero así mismo, también puede funcionar en términos de protocolos de
15 operación o secuencias implementadas en el software de control del firmware en o sobre el RCV, o desarrolladas, en un operador de control en una locación remota – en este caso, el RCV y la computadora de control pueden interactuar, y comunicarse con la otra, mediante enlaces radioeléctricos deseables.

[0013] Alternativamente, si los datos de la localización de las perforaciones han sido determinados por
20 otros medios (por ejemplo, a través del uso de un GPS durante el taladrado de las perforaciones, o durante la carga de la perforación con explosivos), el RCV puede ser usado entonces para identificar la posición física de cada perforación. Un software de reconocimiento óptico puede ser empleado para localizar y verificar, con exactitud, la posición de cada perforación que de antemano ha sido descrita.

[0014] En una forma preferente de la invención, un RCV es empleado para marcar la locación de cada perforación previamente descrita. Preferiblemente, la marca es efectuada en una manera física. Por ejemplo, el RCV puede ser controlado mediante el uso de programas guías deseables para atravesar el sitio de detonación y, en cada locación que ha sido identificada previamente para una perforación, el dispositivo puede depositar o hacer una marca apropiada. El RCV puede, por ejemplo, depositar una radiobaliza sobre un vehículo de perforación, dicha radiobaliza incluye un transpondedor que puede ser interrogado por medio de un dispositivo de tal modo que la locación del marcador puede ser precisamente identificada. Sin embargo, es preferido dotar al RCV de tal modo que en una locación identificada el RCV pueda hacer una marca indeleble sobre el suelo; consecuentemente, dicha marca será usada para guiar el posicionamiento de una máquina de perforación de tal modo que una perforación pueda ser en la locación marcada. El RCV puede, por ejemplo, cargar tintes, pinturas o sus parecidos y puede ser operado para marcar el suelo con el tinte o la pintura de manera tal que se facilite el posicionamiento preciso de una máquina, en la locación, empleada para hacer una perforación en el sitio de detonación.

[0015] Una vez que las perforaciones han sido formadas, éstas caen dentro del alcance de la invención para hacer uso de un RCV en el estudio del sitio de detonación y determinar o validar la posición geográfica de cada orificio. Estos datos posicionales pueden ser confrontados contra los datos posicionales de diseño, y si ocurre alguna desviación, nuevos datos posicionales pueden ser usados en un programa de control para variar los parámetros de detonación y así asegurar que los objetivos originales que pudieron haber estado basados en un diferente sistema de detonación aún puedan lograrse eficientemente.

[0016] El sitio de detonación puede tomar diferentes formas. En una técnica, detonadores individuales, posicionados en las varias perforaciones de detonación, se encuentran interconectados por medio de cables que se ubican al menos sobre la superficie de una maquina detonadora. Así, el terreno del sitio de detonación puede ser atravesado por una pluralidad de conductores. Debido a lo anterior, es

demasiado posible que los vehículos que transportan los materiales explosivos puedan dañar o romper los conductores en el momento en el que los materiales explosivos son cargados en las perforaciones de detonación individuales. Para abordar este aspecto, cae dentro del alcance de la invención un RCV, particularmente un AV, el cual pueda ser empleado para detectar la ruta de cada conductor durante un estudio del sitio de detonación. A través del uso de un software apropiado, una ruta clara para el vehículo que realiza la entrega de explosivos a cada perforación de detonación puede ser determinada. El vehículo, en sí mismo, podría ser un TV; es decir, un vehículo de tierra remotamente controlado. La información guía puede ser, luego, transmitida vía o a partir de un AV al conductor de cada vehículo, o a un TV que es remotamente, o al menos parcialmente, autónomamente, controlado (sin un conductor a bordo). La integridad del sistema de detonación puede, en este respecto, ser salvaguardada.

[0017] Además, cae dentro del alcance de la invención que el RCV esté equipado con los sensores apropiados que puedan detectar cada perforación que ha sido cargada con explosivos.

[0018] El RCV, particularmente en la forma de un AV, puede ser empleado como una estación repetidora para transmitir información entre una unidad de control, por ejemplo una máquina de detonación, y cada uno de los detonadores del sistema de detonación. Esta información puede incluir datos, comandos y lo necesario para revisar la integridad de cada conexión del detonador y el estado de una perforación que es cargada con material explosivo en el sitio de detonación, lo anterior para transferir datos de perforación e información de identidad entre la unidad de control y cada uno de los detonadores y, finalmente, retransmitir señales de accionamiento de la unidad de control a cada detonador.

[0019] En el último caso mencionado, si los detonadores están interconectados por medio de cables de superficie, el RCV puede incluir un transmisor que funciona en una frecuencia deseable y que transmite una señal de radiodifusión que es inducida dentro de los cables y retransmitida a los detonadores individuales.

[0020] También se encuentra dentro del alcance de la invención un detonador localizado dentro de una carga explosiva ubicada en una perforación, dicho detonador está conectado por una o más conexiones de fibra óptica a un respectivo receptor/transmisor transductor posicionado sobre la superficie. Un RCV que usa señales de luz codificadas también es capaz de comunicarse exclusiva y directamente con cada uno de los transductores debido a que atraviesa el sitio de detonación, particularmente si el RCV es un AV y es aéreo. En cambio, los datos de cada uno de los detonadores pueden ser retransmitidos vía el transductor al AV usando señales de luz codificadas. Típicamente, esto sería en respuesta a una señal codificada interrogante enviada mientras el AV está por encima del transmisor/receptor transductor que está conectado al respectivo detonador.

[0021] En otra variación de la invención, cada perforación incluye material conductivo que es capaz de retransmitir una señal entre la superficie y un detonador localizado con el material explosivo dentro de la perforación. El material explosivo puede, en sí mismo, incluir un elemento o componente conductivo para facilitar este proceso. Esta aproximación permite el uso de cables de interconexión entre los varios detonadores en un sistema de detonación a ser suprimido. El accionamiento de los detonadores puede ser efectuado por medio de una señal de radiodifusión a partir de un RCV a todas las perforaciones simultáneamente – señales de control deseables son inducidas en el material conductivo en cada una de las perforaciones, y son transmitidas a los detonadores respectivos.

[0022] Además de los aspectos de estudio previamente referidos, un RCV puede ser usado para entregar equipamiento a cada perforación, el cual puede ser requerido para establecer el sistema de detonación. Así, por ejemplo, un RCV podría ser usado para depositar detonadores en las respectivas perforaciones, para implementar conductores (eléctricos, ópticos, o de cualquier otra forma) entre perforaciones y una máquina de detonación, para liberar conectores a las perforaciones, y similares. También, una vez que el sistema de detonación ha sido establecido, es necesario probar el sistema con el fin de verificar su integridad. Usualmente, lo anterior es hecho por un operador mediante la conexión

de una máquina de detonación a los detonadores instalados en las varias perforaciones. Si cualquier falla o defecto es detectado se requerirán de medidas correctivas.

[0023] Un RCV, particularmente un TV, podría ser ventajosamente empleado en este aspecto; por ejemplo, el TV podría ser direccionado a seguir una ruta predeterminando de una perforación particular; y luego, a través del uso de softwares de reconocimiento deseables, el TV podría remover o aislar un detonador defectuoso o tomar otra acción apropiada.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

[0024] La invención es además descrita por medio de ejemplos con referencia a las figuras acompañantes, en las que:

10 La Figura 1 ilustra el uso de un único RCV para la implementación de un proceso de detonación en un sitio de detonación;

La Figura 2 es una representación esquemática de un RCV haciendo una marca en un sitio de detonación para facilitar el taladrado de la perforación,

Las Figuras 3 a 6 son representaciones en diagrama de bloque de diferentes aspectos de la invención,

15 La Figura 7 ilustra la implementación de un sistema guía usando los principios de la invención, y

La Figura 8 enseña otros aspectos de la invención.

DESCRIPCIÓN DE REALIZACIONES PREFERIDAS

[0025] La Figura 1 ilustra un sitio de detonación 10 que tiene límites geográficos 12A, 12B, 12C,..., 12N, determinados separadamente de antemano, que delimitan el sitio de detonación. Al menos un

20 RCV 14 es usado para estudiar el sitio. El RCV puede ser un TV; sin embargo, preferiblemente, para propósitos de estudio el RCV es un AV y puede ser una aeronave de ala fija, una aeronave de ala delta o puede comprender un helicóptero con uno o más rotores. Es posible hacer uso de un globo, inflado por ejemplo con helio, el cual es dirigido por uno o más motores para atravesar el sitio. Si el AV se encuentra lo suficientemente alto con respecto al sitio, la magnitud de movimiento relativo requerido del

AV al sitio puede ser sustancialmente reducido o incluso eliminado. El AV es controlado usando señales de radio apropiadas a partir de un sitio de control remoto 16 usando técnicas que son conocidas en el estado del arte.

[0026] También es posible construir el RCV (AV o TV) para que funcione sustancialmente de manera autónoma de manera tal que una región limitada por balizas es estudiada esencialmente de modo automático. El RCV, para llevar a cabo el proceso de estudio, es equipado con sensores ópticos 18, radares 20 y equipos de medición de distancia 22 que pueden funcionar en frecuencias de radar, ópticas, infrarrojo o ultrasónicas. La invención no se encuentra limitada en este aspecto.

[0027] El RCV 14 atraviesa y estudia el sitio 10 y determina posiciones 24A...24N para hacer cada perforación respectiva en el sitio de detonación. Las coordenadas geográficas $x_1 y_1; x_2 y_2; \dots x_n y_n$ para cada posición respectiva son determinadas. Tales coordenadas pueden ser determinadas directamente por el RCV a través del uso de un software apropiado o pueden ser determinadas de antemano a partir de técnicas de estudio y detección deseables. En el último caso, los datos de la posición geográfica de cada perforación pretendida son transferidos al RCV. En el primer caso, tales datos geográficos son determinados por medio de un software operado en respuesta a los datos de estudio producidos por el RCV.

[0028] La Figura 2 ilustra el RCV 14 equipado con un aparato de marcaje 30, dicho RCV se encuentra posicionado en la locación de una pretendida perforación 32 sobre el suelo 34. La locación 32, inicialmente, es conocida únicamente a partir de sus coordenadas geográficas $x_n y_n$. El RCV es automáticamente guiado a la locación y, luego, es usado para marcar la posición del sitio sobre el suelo. Lo anterior puede ser hecho de cualquier manera apropiada. En una técnica, un transpondedor 36 es depositado por el RCV sobre el suelo usando el aparato de marcaje 30. El transpondedor se encuentra codificado; si subsecuentemente éste es interrogado por un equipo apropiado cargado por una máquina perforadora, dicha máquina identificará su posición y su identidad. En una aproximación alternativa, el aparato de marcaje 30 deposita pintura, tinta, o cualquier dispositivo de marcaje deseable como un

reflector 36A sobre el suelo. La pintura, tinta, reflector, etc., tal como sea apropiado, puede portar datos de identificación que son visualizados o remotamente verificados por una persona usando u operando una máquina perforadora.

5 **[0029]** A través del uso de la técnica enseñada en la Figura 2, es posible que el sitio 10 sea marcado precisamente con una pluralidad de locaciones correspondientes a cada una de las respectivas perforaciones a ser hechas mediante máquinas perforadoras.

[0030] La Figura 3 muestra esquemáticamente el RCV 14 y la pluralidad de sensores 18, 20, 22, etc. El RCV incluye una memoria 40 y un procesador 42 que es sensible a las señales transmitidas desde la unidad de control (ver Figura 1).

10 **[0031]** El procesador, en respuesta a los datos producidos por los sensores, puede generar datos posicionales 44. Alternativamente, la unidad de control puede transmitir datos posicionales al procesador.

15 **[0032]** Los datos posicionales son usados para regular el movimiento del RCV cuando la marca del orificio está siendo realizada, tal como se enseña en la Figura 2. Así, los datos posicionales usados como parámetros de entrada del posicionador funcionan para controlar (46) el movimiento y posición del RCV y, en el momento apropiado, el aparato de marcaje 30 es activado para marcar el suelo e indicar la posición de una perforación.

20 **[0033]** La Figura 4 ilustra esquemáticamente el proceso mencionado anteriormente. En un paso inicial 50, el sitio 10 es estudiado y los datos de las posiciones de las perforaciones 52 son producidos o alimentados al RCV. Posteriormente, el marcaje 54 se lleva a cabo de la manera descrita en la Figura 2.

[0034] Una vez que la pluralidad de perforaciones han sido perforadas en las posiciones indicadas, el RCV 14 es usado para re-estudiar el sitio de detonación (paso 56) y, además, las mediciones de las posiciones de las perforaciones actuales son comparadas con las posiciones planeadas o

predeterminadas de tal modo que los datos usados en el software de detonación pueden ser validados de ser necesario (paso 58).

[0035] En la medida en que sea necesario aplicar medidas correctivas 60, el software de control de detonación es revisado o adaptado de acuerdo a datos frescos de entrada.

5 **[0036]** La Figura 6 ilustra una secuencia de operaciones de nuevo implementadas a través del uso del RCV. Las perforaciones 64 que han sido taladradas son re-estudiadas tal como se ha descrito en la Figura 5. Luego, el RCV es empleado para liberar detonadores (paso 66) en las perforaciones individuales. Alternativamente, si los detonadores son liberados en las perforaciones por otros medios, el RCV es empleado para detectar que los detonadores estén, en realidad, en las perforaciones
10 respectivas.

[0037] Dependiendo de la naturaleza del sistema de detonación, los detonadores están interconectados usando las técnicas apropiadas (paso 68). El RCV podría ser usado para mapear las rutas que han sido seguidas por los conductores que interconectan los detonadores y que son empleados para conectar los detonadores a una máquina de detonación. El mapeo se hace
15 preferentemente, siguiendo un estudio aéreo conducido por un AV, para determinar una ruta óptima para la implementación de los conductores entre los detonadores, tal como sea requerido por el sistema de detonación.

[0038] Después de que las conexiones apropiadas hayan sido hechas a los detonadores, el mapa de ruta referido puede ser usado para controlar la entrega del material explosivo a cada perforación (72).
20 Esta entrega puede ser hecha usando un vehículo tripulado; es decir, con un conductor dentro del vehículo, o puede ser hecha usando un vehículo no tripulado; es decir, un TV, el cual se maneja de modo sustancial autónomamente entre los sitios de entrega. En cada sitio, normalmente, un técnico debería estar disponible para recibir el material explosivo, y asegurar que el material explosivo se encuentra correctamente ubicado sobre la perforación. Este proceso, correctamente implementado,
25 reduce la probabilidad de que un vehículo pueda atravesar, y de tal modo dañar, un conductor conectado

posicionado en el suelo. Por ejemplo, la Figura 7 ilustra un numero de perforaciones 24A, 24B ... 24N, las cuales tienen sus respectivos detonadores, no mostrados, interconectados el uno al otro por medio de conectores 74 ubicados en el suelo. Un vehículo 76 (el cual puede estar tripulado o no tripulado, es decir un TV) es dirigido por medio de una información direccional transmitida, preferentemente un AV 14, para seguir una ruta 78 que se dirija a todas las perforaciones pero que no cruce ninguno de los conductores 74.

[0039] La figura 8 ilustra un número de perforaciones 24A, 24B... 24N, en el sitio de detonación 10, las cuales son cargadas con material explosivo 80. Un detonador respectivo 82, cargado dentro del material explosivo en cada perforación, es conectado a un receptor/transmisor transductor 84A, 84N por medio de un respectivo cable 86. Los transductores 84 se encuentran sobre la superficie.

[0040] Las varias unidades de transmisor/receptor 84 no se encuentran conectadas a ninguna otra unidad ni máquina de detonación. Cuando un AV 14 sobrevuela el sitio puede usar señales codificadas para interrogar cada transductor y de esta forma elicitara una respuesta del detonador asociado. Los datos pretendidos para cada detonador son transmitidos en dirección reversa por el AV al transductor y luego al detonador. Este proceso permite determinar la integridad y estado de cada detonador y permite que un tiempo de temporización singular sea transmitido a cada detonador en preparación para la ejecución de una rutina de detonación. Si la detonación está para llevarse a cabo, una señal es transmitida por el AV 14 a todas las unidades de transmisor/receptor 84 simultáneamente, y ésta pone en marcha el proceso de detonación.

[0041] Los conductores 86 pueden ser eléctricamente conductivos. Se puede hacer uso alternativo de cables de fibra óptica que se extienden desde unidades receptor/transmisor 84 ópticas sobre la superficie a los detonadores respectivos 82. Otra posibilidad es asegurar que el material explosivo 80 en cada perforación sea conductivo; para lograr lo anterior puede añadirse un ingrediente o elemento conductivo al material explosivo. Esto permite que las señales sean transmitidas directamente a los detonadores

respectivos 82 y, por otro lado, que las señales transmitidas por cada detonador puedan ser propagadas mediante el material explosivo conductivo y recibidas por el AV que sobrevuela.

[0042] Una función adicional del AV es monitorear lo que pasa cuando ocurre la detonación. Cámaras y otros sensores monitorean en tiempo real los efectos de la detonación. Es posible, usando técnicas comparativas basadas en datos determinados visualmente en tiempo real, determinar si cada perforación ha sido iniciada exitosamente. Adicionalmente, la manera en la que una onda de detonación es formada y propagada, y la forma en la que el material es desprendido en el sitio de detonación, pueden ser determinados y la información, producida de esta manera, puede ser usada para modificar y mejorar futuras técnicas de control de la detonación.

10 **[0043]** La integridad de un sistema de detonación es revisada, antes de que la ignición sea llevado a cabo, para identificar los detonadores del sistema de detonación que puedan estar defectuosos o que estén incorrectamente conectados a un arnés de detonación, o similares. Un RCV, particularmente un TV, puede ser usado para acceder al equipamiento defectuoso para luego aislarlo o removerlo del sistema de detonación.

REIVINDICACIONES

1. Un método de implementación de un sistema de detonación que incluye detonadores y perforaciones en un sitio de detonación (10); donde el método incluye los pasos de estudiar el sitio de detonación (10) y determinar los parámetros geográficos del sitio en respuesta al estudio a través de un vehículo aéreo (AV) (14) remotamente controlado, determinar los datos posicionales (44) de cada una de las perforaciones pretendidas (32), identificar la posición física de cada uno de las perforaciones pretendidas (32), y marcar sobre el sitio la posición física de cada una de las pretendidas perforaciones (32) mediante el AV (14).
5
2. Un método de acuerdo a la reivindicación 1, caracterizado porque la posición física de cada perforación pretendida (32) es marcada al depositar un marcador que incluye un transpondedor (36), el cual puede ser interrogado de tal modo que la locación (32) del marcador puede ser precisamente identificada.
10
3. Un método de acuerdo a la reivindicación 1, caracterizado porque el AV (14) hace una marca indeleble en el suelo (34), la cual permite posicionar una máquina de perforación de tal modo que una perforación pueda ser hecha en la posición física marcada.
15
4. Un método de acuerdo a la reivindicación 1, caracterizado por estudiar el sitio de detonación (10) y determinar los datos geográficos (44) de cada posición mediante el AV (14) después de que las perforaciones han sido hechas en el sitio de detonación (10).
5. Un método de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque además incluye un RCV (14) para controlar la implementación de los conductores (74) entre las perforaciones, y para controlar una máquina de detonación.
20
6. Un método de acuerdo a la reivindicación 5, caracterizado porque el RCV (14) es un TV que implementa los conductores (74) a partir del TV.

7. Un método de acuerdo a la reivindicación 1, caracterizado porque un TV entrega el material explosivo (80) a cada perforación hecha en el sitio de detonación (10).
8. Un método de acuerdo a la reivindicación 1, caracterizado porque el AV (14) es equipado con sensores (18, 20, 22) que permiten detectar si cada una de las perforaciones hechas en el sitio de detonación 10 ha sido cargada con un material explosivo (80).
9. Un método de acuerdo a la reivindicación 1, caracterizado porque además incluye un AV (14) como una estación repetidora que transmitir información entre una máquina de detonación y cada uno de los detonadores en el sitio de detonación (10).
10. Un método de acuerdo a la reivindicación 9, caracterizado porque la información incluye datos, comandos para la revisión de la integridad de cada conexión de detonador, para detectar el estado de una perforación en el sitio de detonación (10) que es cargada con material explosivo (80), para transferir tiempos de temporización e información de identidad entre la máquina de detonación y cada uno de los detonadores, y para retransmitir señales de iniciación desde la máquina de detonación hasta cada uno de los detonadores.
11. Un método de acuerdo a la reivindicación 1, caracterizado porque el AV (14) incluye un transmisor que transmite una señal de radiodifusión inducida en cables superficiales en el sitio de detonación (10) y que es retransmitida a los detonadores de las perforaciones en el sitio de detonación (10).
12. Un método de acuerdo a la reivindicación 1, caracterizado porque el sitio de detonación (10) incluye detonadores y un respectivo receptor/transmisor transductor (84) posicionado sobre la superficie en el sitio de detonación (10); donde dicho receptor/transmisor transductor (84) se encuentra conectado por conexiones de fibra óptica a un detonador respectivo; y además donde el AV (14) se comunica única y directamente con cada transductor (84) debido a que este atraviesa el sitio de detonación (10) por medio aéreo.

13. Un método de acuerdo a la reivindicación 1, caracterizado porque el sitio de detonación (10) incluye perforaciones, donde cada perforación es cargada con un material explosivo (80), un detonador en el material explosivo (80) y material conductivo, el cual es capaz de retransmitir una señal entre la superficie y el detonador, y donde la ignición de los detonadores es efectuada por medio de una señal de radiodifusión a partir de un AV (14) a todas las perforaciones simultáneamente.

14. Un método de acuerdo a la reivindicación 1, caracterizado porque el sitio de detonación (10) incluye una máquina de detonación y detonadores en las respectivas perforaciones del sitio de detonación (10), y donde el AV (14) implementa medidas correctivas (60) que abordan desde un detonador defectuoso, una conexión defectuosa entre detonadores o una conexión defectuosa entre un detonador y la máquina de detonación.

RESUMEN

Un método de detonación que incluye una pluralidad de detonadores posicionados en perforaciones respectivas, dicha pluralidad es implementada a través del uso de un vehículo remotamente controlado usado para propósitos de estudio y para localizar las posiciones geográficas de las perforaciones.