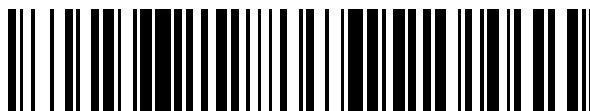


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 703 360**

51 Int. Cl.:

F42D 1/055 (2006.01)

F42D 5/00 (2006.01)

F42D 1/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **29.10.2015** **PCT/ZA2015/050018**

87 Fecha y número de publicación internacional: **19.05.2016** **WO16077848**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.10.2015** **E 15856163 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.10.2018** **EP 3218667**

54 Título: **Utilización de un vehículo controlado de manera remota en una operación de voladura**

30 Prioridad:

11.11.2014 ZA 201408222

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

08.03.2019

73 Titular/es:

DETNET SOUTH AFRICA (PTY) LTD (100.0%)
AECI Place The Woodlands Woodlands Drive
Woodmead
2191 Johannesburg, ZA

72 Inventor/es:

VAN WYK, RIAAN;
VENTER, FRANCOIS;
WATT, TREVOR;
BIRKIN, CHRIS;
KOEKEMOER, ANDRE y
MULLER, ELMAR LENNOX

74 Agente/Representante:

CURELL AGUILÁ, Mireia

ES 2 703 360 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Utilización de un vehículo controlado de manera remota en una operación de voladura.

5 Antecedentes de la invención

La presente invención se refiere, en general, a la implementación de un sistema de voladura.

10 El emplazamiento de una voladura puede incluir cientos o miles de detonadores dispersados sobre un área geográfica considerable. Para establecer el emplazamiento, se forma una pluralidad de barrenos en el suelo en posiciones predeterminadas y, posteriormente, cada barreno se carga con explosivo en el cual se coloca por lo menos un detonador. Los detonadores se pueden interconectar por medio de enlaces por cable (conductores) o se puede hacer uso del denominado "sistema inalámbrico" en el que señales de baja frecuencia, que se pueden comunicar con los detonadores, se propagan a través del suelo.

15 En la preparación del emplazamiento de una voladura y en la implementación de un proceso de voladura debe tenerse un cuidado notable. Las diversas etapas del proceso de voladura deben analizarse continuamente y reconsiderarse según resulte adecuado para garantizar que cada orificio está cargado correctamente con explosivo y está conectado correctamente a una red de voladura. Los cables que conducen a los detonadores individuales deben protegerse para que no sufran daños. Tiene una importancia primordial el hecho de que el personal implicado en la voladura no se vea expuesto involuntariamente a situaciones en las que pudieran producirse lesiones o muertes.

20 Se han diseñado diversos protocolos detallados para garantizar que el proceso de voladura se implementa de forma eficaz y segura. Sin embargo, si que se producen errores y estos pueden tener resultados desagradables. Preferentemente, el uso de personal en un emplazamiento debería reducirse en la medida de lo posible. Además, si se detectan fallos antes de que tenga lugar el encendido, debería llevarse a cabo alguna forma de acción correctora.

25 Además de los factores anteriores que se refieren, en general, a la preparación del emplazamiento de una voladura y al propio proceso de disparo, es deseable disponer de alguna indicación sobre la manera en la que tiene lugar realmente el proceso, es decir, disponer de un registro en tiempo real que muestre cómo se produce la voladura y sus efectos. Esto permite el desarrollo de procedimientos de voladura mejorados.

30 Es un objetivo de la presente invención afrontar, por lo menos en cierta medida, algunos de los factores antes mencionados.

Sumario de la invención

40 En un sentido amplio, la invención proporciona un procedimiento de implementación de un sistema de voladura, el cual incluye una pluralidad de detonadores y una pluralidad de barrenos en el emplazamiento de una voladura, en donde se utiliza por lo menos un vehículo aéreo (AV) controlado de manera remota para controlar por lo menos un aspecto del sistema de voladura.

45 Según se usa en la presente memoria, "RCV" significa un vehículo no tripulado controlado de manera remota el cual puede ser un vehículo terrestre (TV), del cual se describe un ejemplo en el documento DE 37 29 140 A1, o un vehículo aéreo (AV). También es posible, de acuerdo con los requisitos, hacer uso de un TV en combinación con un AV.

50 Se sitúa dentro del alcance de la invención el hecho de que el AV sea un vehículo de tipo globo que puede ser impulsado o propulsado por medio de uno o más motores impulsores. Es posible hacer uso de una serie de RCV accionados individualmente o en un formato de escuadrón, bajo el control de técnicas de control adecuadas, por ejemplo, software escrito de forma personalizada, para controlar simultánea o secuencialmente aspectos del proceso de voladura.

55 Uno de los objetivos principales de hacer uso de por lo menos un AV es el de reducir el número de miembros del personal requerido en el emplazamiento de una voladura. Esto hace que aumente la seguridad de funcionamiento. Otro de los objetivos principales es hacer uso de un AV para obtener datos más precisos con el fin de garantizar que un proceso de voladura se lleva a cabo de forma más eficaz.

60 Según un primer aspecto de la invención, se usa por lo menos un AV para sondear el emplazamiento de una voladura con el fin de determinar parámetros geográficos referentes al emplazamiento. Como respuesta a ese sondeo, usando software escrito de forma personalizada que se ejecuta de manera remota o a bordo del AV, pueden determinarse datos posicionales referentes a cada uno de una pluralidad de barrenos. A continuación, el AV se puede controlar de manera autónoma o por medio de una unidad de control con el fin de marcar cada ubicación pretendida de cada barreno.

El AV, a pesar de ser controlable de manera remota, por lo menos en cierta medida, por parte de un operario, también puede poseer una capacidad sustancial de funcionalidad autónoma, es decir, el AV puede ser capaz de llevar a cabo diversas operaciones, en general de manera independiente con respecto al control en tiempo real bajo la vigilancia de un supervisor, aunque funcionando en términos de protocolos o secuencias operativos materializados en software de control de firmware en o sobre el AV, o contenidos, por ejemplo, en un operador de control en una ubicación remota – en este caso el AV y el ordenador de control pueden interactuar, y comunicarse entre sí, mediante radiocomunicaciones adecuadas.

Alternativamente, si se han determinado datos referentes a las ubicaciones de los barrenos por otros medios (por ejemplo, a través del uso de un GPS durante la perforación de los barrenos, o durante la carga de barrenos con explosivos), entonces el AV se puede usar para identificar una posición física de cada barreno. Para localizar y verificar, de manera precisa, la posición de cada barreno que ya ha sido preparado se puede usar un software de reconocimiento óptico.

De acuerdo con la invención, se utiliza un AV para marcar la ubicación de cada barreno pretendido. La marcación se efectúa de una manera física. Por ejemplo, el AV se puede controlar, usando programas de guiado adecuados, para atravesar el emplazamiento de la voladura y, en cada ubicación que se ha identificado para un barreno pretendido respectivo, depositar o realizar una marca adecuada. El AV puede, por ejemplo, depositar una radiobaliza que incluye un transpondedor el cual se puede interrogar por medio de un dispositivo sobre un vehículo de perforación, de modo que la ubicación del marcador se puede identificar de forma precisa. Se prefiere, sin embargo, equipar el AV de manera que, en una ubicación identificada, el AV pueda realizar una marca indeleble en el suelo la cual se usa posteriormente para guiar el posicionamiento de una máquina de perforación de manera que pueda realizarse un barreno en la ubicación marcada. El AV puede llevar, por ejemplo, colorante, pintura o similares, y se puede hacer funcionar para marcar el suelo con el colorante o pintura de una manera que facilite el posicionamiento preciso de una máquina, en la ubicación, usada para formar un barreno en el emplazamiento.

Una vez que se han formado los barrenos, se sitúa dentro del alcance de la invención el hecho de la utilización de un AV para sondear el emplazamiento de la voladura y para determinar o validar la posición geográfica de cada barreno. Estos datos posicionales se pueden comprobar con respecto a datos posicionales diseñados, y, si se produce cualquier desviación, pueden usarse datos posicionales nuevos en un programa de control con el fin de variar parámetros de voladura para garantizar que todavía pueden lograrse de manera eficiente objetivos originales los cuales pueden haberse basado en una disposición de voladura diferente.

El emplazamiento de la voladura puede adoptar formas diferentes. En una de las técnicas, detonadores individuales, colocados en los diversos barrenos, se interconectan por medio de cables que discurren por lo menos sobre la superficie hacia un explosor. De este modo, el terreno en el emplazamiento de la voladura puede ser atravesado por una pluralidad de conductores y, cuando se cargan materiales explosivos en los barrenos individuales, es bastante posible que vehículos que transportan los materiales explosivos pudieran sufrir daños o cortar los conductores. Para hacer frente a este aspecto, se sitúa dentro del alcance de la invención la utilización de un RCV, y, particularmente, un AV, para captar el trayecto de cada conductor durante un sondeo del emplazamiento de la voladura. A través del uso de software adecuado, se puede determinar una ruta despejada para que un vehículo distribuya explosivo en cada barreno. El propio vehículo mencionado podría ser un TV, es decir, un vehículo controlado de manera remota y terrestre. A continuación, se puede transmitir información de guiado por medio de un AV, o desde un AV, al chófer de cada vehículo, o a un TV que es controlado de manera remota o por lo menos parcialmente, de forma autónoma, (sin chófer a bordo) para garantizar que durante la distribución del material explosivo, el vehículo distribuidor no pasa sobre uno de los conductores. En este aspecto puede salvaguardarse la integridad del sistema de voladura.

Se sitúa además dentro del alcance de la invención el hecho de que el AV esté equipado con sensores adecuados que puedan detectar que cada barreno se ha cargado con explosivo.

El AV se puede utilizar como estación repetidora para transmitir información entre una unidad de control, por ejemplo, un explosor, y cada detonador del sistema de voladura. Esta información puede incluir datos, órdenes y similares necesarios para comprobar la integridad de la conexión de cada detonador, el estado de un barreno en el emplazamiento de voladura que se carga con material explosivo, para transferir datos de temporización e información de identidad entre la unidad de control y cada detonador y, finalmente, para retransmitir señales de disparo desde la unidad de control a cada detonador.

En el último caso mencionado, si los detonadores se interconectan por medio de cables de superficie, entonces el AV puede incluir un transmisor que funciona a una frecuencia adecuada y que transmite una señal de difusión la cual se induce en los cables y se retransmite a los detonadores individuales.

Se sitúa también dentro del alcance de la invención el hecho de que un detonador, situado dentro de una carga explosiva en un barreno, se conecte mediante uno o más enlaces de fibra óptica a un transductor del

receptor/transmisor respectivo posicionado en la superficie. Un RCV que usa señales de luz codificadas puede comunicarse de forma exclusiva y directa con cada transductor a medida que atraviesa el emplazamiento de la voladura, particularmente si el RCV es un AV y está sobrevolando. A la inversa, datos de cada detonador se pueden retransmitir, por medio del transductor, al AV (por ejemplo) usando señales de luz codificadas. Típicamente, esto se produciría como respuesta a una señal codificada interrogante enviada mientras el AV se encuentra por encima del transductor del transmisor/receptor que está conectado al detonador respectivo.

En otra variante de la invención, cada barreno incluye material conductor el cual tiene la capacidad de retransmitir una señal entre la superficie y un detonador situado con el material explosivo dentro del barreno. El propio material explosivo puede incluir un ingrediente o elemento conductor para facilitar este proceso. Este planteamiento permite eliminar el uso de cables de interconexión entre los diversos detonadores en un sistema de voladura. El disparo de los detonadores se puede efectuar por medio de una emisión de señal desde el AV a la totalidad de los barrenos simultáneamente – se inducen, entonces, señales de control adecuadas en el material conductor en cada uno de los barrenos, y las mismas se transmiten a los detonadores respectivos.

Aparte de los aspectos de sondeo a los que se ha hecho referencia, un RCV se puede usar para entregar equipo, a cada barreno, que puede ser requerido para establecer el sistema de voladura. De este modo, por ejemplo, un RCV se podría usar para depositar detonadores en barrenos respectivos, para desplegar conductores (eléctricos, ópticos, o cualquier otra forma), entre barrenos y un explosor, distribuir conectores en barrenos, y similares. Además, una vez que se ha establecido un sistema de voladura, es necesario comprobar el sistema con el fin de verificar su integridad. Habitualmente, esto lo lleva a cabo un operario que actúa por medio de un explosor el cual está conectado a los detonadores que se instalan en los diversos barrenos. Si se detecta cualquier fallo o defecto, se requiere una acción correctora.

En relación con esto podría utilizarse ventajosamente un RCV, en particular un TV, por ejemplo, el TV podría dirigirse de manera que siguiese una ruta predeterminada a un barreno particular y, a continuación, usando software de reconocimiento adecuado, retirar o aislar un detonador defectuoso o llevar a cabo otra acción adecuada.

Breve descripción de los dibujos

La invención se describe adicionalmente por medio de ejemplos en referencia a los dibujos adjuntos, en los cuales:

la figura 1 ilustra el uso de un RCV individual para implementar un proceso de voladura en el emplazamiento de esta última,

la figura 2 es una representación esquemática de un RCV que efectúa una marca en el emplazamiento de una voladura para facilitar la perforación de un barreno,

las figuras 3 a 6 son representaciones, en forma de diagramas de bloques, de diferentes aspectos de la invención,

la figura 7 ilustra la implementación de un sistema de guiado que hace uso de los principios de la invención, y

la figura 8 representa otro aspecto de la invención.

Descripción de la forma de realización preferida

La figura 1 ilustra un emplazamiento de voladura 10 el cual tiene límites geográficos 12A, 12B, 12C ... 12N, determinados de manera independiente por separado, y que delimitan el emplazamiento de voladura. Se usa por lo menos un RCV 14 para sondear el emplazamiento. El RCV puede ser un TV aunque, de acuerdo con la invención, y con fines relacionados con la materialización de un sondeo, el RCV es un AV y puede ser una aeronave de alas fijas, una aeronave de ala en delta o puede comprender un helicóptero con uno o más rotores. También es posible hacer uso de un globo, inflado, por ejemplo, con helio, el cual es impulsado por uno o más motores para atravesar el emplazamiento. Si el AV está suficientemente elevado por encima del emplazamiento, el alcance de movimiento requerido del AV con respecto al emplazamiento se puede reducir sustancialmente o incluso eliminar. El AV se controla usando señales de radiocomunicaciones adecuadas desde un emplazamiento de control remoto 16 con el uso de técnicas que son conocidas en la materia.

También es posible construir el AV de manera que funcione de forma sustancialmente autónoma para que una región delimitada por las balizas sea sondeada de modo esencialmente automático. El AV, con el fin de llevar a cabo el proceso de sondeo, está equipado con sensores ópticos 18, un radar 20 y un equipo de medición de distancia 22 que pueden funcionar con frecuencias de radar, ópticas, infrarrojas o ultrasónicas. La invención no está limitada en cuanto a este aspecto.

El AV 14 atraviesa y sondea el emplazamiento 10 y determina posiciones 24A... 24N para cada barreno respectivo que se va a formar en el emplazamiento. Se determinan coordenadas geográficas $x_1 y_1, x_2 y_2 \dots x_n y_n$ para cada posición respectiva. Estas coordenadas pueden ser determinadas directamente por el AV a través del uso de un software adecuado, o se pueden haber determinado de antemano a partir de técnicas adecuadas de sondeo y captación. En este último caso, datos referentes a la posición geográfica de cada barreno pretendido se transfieren al AV. En el primer caso, dichos datos geográficos se determinan por medio de software que se hace funcionar como respuesta a datos de sondeo producidos por el AV.

La figura 2 ilustra el AV 14 equipado con un aparato de marcación 30, posicionado en una ubicación de barreno pretendida 32 en el suelo 34. Inicialmente, la ubicación 32 se conoce únicamente a partir de sus coordenadas geográficas $x_n y_n$. El AV se guía automáticamente a la ubicación, y a continuación se usa para marcar la posición del emplazamiento en el suelo. Esto se puede llevar a cabo de cualquier manera adecuada. En una de las técnicas, el AV deposita un transpondedor 36 en el suelo usando el aparato de marcación 30. El transpondedor está codificado y, si, posteriormente, es interrogado mediante un equipo adecuado que es portado por una máquina de perforación, puede identificar (anunciar) su posición y su identidad. En un planteamiento alternativo, el aparato de marcación 30 deposita pintura o un colorante o cualquier dispositivo marcador adecuado, tal como un reflector 36A, en el suelo. La pintura, colorante, reflector, etcétera, según resulte adecuado, puede llevar datos de identificación que son discernibles visualmente o a distancia por una persona que esté usando o accionando una máquina de perforación.

A través del uso de la técnica mostrada en la figura 2, es posible marcar de manera precisa el emplazamiento 10 con una pluralidad de ubicaciones en cada una de las cuales se perforará un barreno respectivo.

La figura 3 representa esquemáticamente el AV 14 y la pluralidad de sensores 18, 20, 22, etcétera. El AV incluye una memoria 40 y un procesador 42 que es sensible a señales transmitidas desde la unidad de control 16 (véase la figura 1).

El procesador, como respuesta a datos producidos por los sensores, puede generar datos posicionales 44. Alternativamente, la unidad de control puede transmitir datos posicionales al procesador.

Los datos posicionales se usan para regular el movimiento del AV cuando va a llevarse a cabo la marcación de los barrenos según se muestra en la figura 2. Así, los datos posicionales, usados para parámetros de entrada al procesador, funcionan de manera que controlan (46) el movimiento y la posición del AV y, en el momento adecuado, el aparato de marcación 30 se acciona para marcar el suelo con el fin de indicar la posición de un barreno.

La figura 4 ilustra esquemáticamente el proceso antes mencionado. En una etapa inicial 50, se sondea el emplazamiento 10, y los datos sobre posiciones de barreno 52 se producen o se alimentan hacia el AV. Posteriormente, tiene lugar la marcación 54 según la manera descrita en relación con la figura 2.

Una vez se han perforado los diversos barrenos en las posiciones indicadas, el AV 14 se usa para volver a sondear el emplazamiento de la voladura (etapa 56), y las posiciones medidas de los barrenos reales se comparan con posiciones planificadas o predeterminadas de manera que los datos usados en el software de voladura, si fuera necesario, pueden validarse (etapa 58).

En la medida en la que pueda resultar oportuno, se lleva a cabo una acción correctora 60 en la que el software de control de voladura se revisa o adapta de acuerdo con la entrada de datos nuevos.

La figura 6 ilustra una secuencia de operaciones, implementadas nuevamente a través del uso del AV. Los barrenos 64 que han sido perforados se vuelven a sondear según se ha descrito en relación con la figura 5. Después de esto, el AV se utiliza para distribuir detonadores (etapa 66) en los barrenos individuales. Alternativamente, si los detonadores se distribuyen en los barrenos por otros medios, el AV se utiliza para detectar que los detonadores están, realmente, en los barrenos respectivos.

En función de la naturaleza del sistema de voladura, a continuación los detonadores se interconectan usando técnicas adecuadas (etapa 68). El AV se podría usar para mapear las rutas que deben seguir los conductores que se utilizarán para interconectar los detonadores, y que van a conectar los detonadores a un explosor. El mapeo se lleva a cabo preferentemente siguiendo un sondeo aéreo efectuado por el AV, con el fin de determinar una manera óptima de desplegar conductores entre los detonadores, etcétera, según pueda resultar necesario para el sistema de voladura.

Después de que se hayan realizado las conexiones adecuadas con los detonadores, el mapa de rutas al que se ha hecho referencia se puede usar para controlar la distribución de material explosivo en cada barreno (72). Esta distribución se puede efectuar usando un vehículo tripulado, es decir, con un chófer en el vehículo, aunque la distribución también puede lograrse usando un vehículo no tripulado, es decir, un TV que se desplaza, de manera sustancialmente autónoma, entre los emplazamientos de distribución. En cada emplazamiento,

- normalmente habría disponible un técnico para recibir el material explosivo, y para garantizar que el material explosivo se coloca correctamente en un barreno. Este proceso, implementado y seguido de manera correcta, reduce la probabilidad de que un vehículo pudiera pasar sobre, y por lo tanto dañar, un conductor de conexión que esté posicionado en el suelo. Por ejemplo, la figura 7 ilustra una serie de barrenos 24A, 24B... 24N que tienen detonadores respectivos, no mostrados, interconectados entre sí por medio de conductores 74 que están dispuestos en el suelo. Un vehículo 76 (el cual puede ser tripulado, o no tripulado, es decir, un TV) es dirigido por medio de información direccional transmitida, preferentemente desde el AV 14, para seguir una ruta 78 que va a la totalidad de los barrenos pero que no cruza por ninguno de los conductores 74.
- 5
- 10 La figura 8 ilustra una serie de barrenos 24A, 24B... 24N, en el emplazamiento 10, los cuales están cargados con material explosivo 80. Un detonador respectivo 82, cargado en el material explosivo en cada barreno, se conecta a un transductor de receptor/transmisor 84A, 84N por medio de un conductor respectivo 86. Los transductores 84 se encuentran en la superficie.
- 15 Las diversas unidades de transmisor/receptor 84 no están conectadas entre sí ni a ningún explosor. Cuando el AV 14 sobrevuela el emplazamiento, puede usar señales codificadas para interrogar a cada transductor, y, de esta manera, obtener una respuesta del detonador asociado. Los datos pretendidos para cada detonador se transmiten en la dirección inversa por parte del AV hacia el transductor y, a continuación, al detonador. Este proceso permite averiguar la integridad y el estado de cada detonador, y prevé la transmisión de datos de temporización exclusivos a cada detonador como preparación a la ejecución de una rutina de voladura. Si va a producirse la voladura, el AV 14 difunde una señal a todas las unidades de transmisor/receptor 84 simultáneamente, y esto pone en marcha el proceso de voladura.
- 20
- 25 Los conductores 86 pueden ser conductores de electricidad. Alternativamente, puede hacerse uso de conductores de fibra óptica que discurren desde las unidades ópticas de receptor/transmisor 84 en la superficie, hacia los detonadores respectivos 82. Otra posibilidad es garantizar que el material explosivo 80 en cada barreno es conductor y, cuando sea necesario, para lograr este objetivo podría añadirse al material explosivo un ingrediente o elemento conductor. Esto permite transmitir directamente señales a los detonadores respectivos 82 y, a la inversa, las señales transmitidas por cada detonador podrían propagarse a través del material explosivo conductor y ser recibidas por el AV que está sobrevolando.
- 30
- 35 Otra de las funciones del AV es monitorizar lo que ocurre cuando se produce una voladura. Cámaras y otros sensores monitorizan en tiempo real los efectos de la voladura. Usando técnicas comparativas basadas en datos discernibles visualmente en tiempo real, es posible determinar si cada barreno ha sido encendido, realmente, de manera satisfactoria. Adicionalmente, la manera en la que se forma y propaga una onda explosiva, y la manera en la que se separa el material en el emplazamiento de la voladura, podrían evaluarse, y la información producida de esta forma se podría usar para modificar y mejorar futuras técnicas de control de voladuras.
- 40 La integridad de un sistema de voladura se comprueba, antes de que tenga lugar su disparo, para identificar detonadores de un sistema de voladura los cuales puedan estar defectuosos o que estén conectados incorrectamente a un cableado de voladura, o similares. Podría usarse un RCV, en particular un TV, para acceder al equipo defectuoso y, a continuación, aislar o retirar del sistema de voladura el equipo defectuoso.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de implementación de un sistema de voladura que incluirá una pluralidad de detonadores y una pluralidad de barrenos en el emplazamiento de una voladura, en el que el procedimiento incluye las etapas de usar por lo menos un vehículo aéreo (AV) controlado de manera remota para sondear el emplazamiento de voladura con el fin de determinar parámetros geográficos referentes al emplazamiento como respuesta al sondeo, usar software escrito de manera personalizada el cual se ejecuta a distancia o a bordo del vehículo aéreo, para determinar datos posicionales referentes a cada uno de una pluralidad de barrenos pretendidos usando los datos posicionales para identificar una posición física de cada barreno pretendido, y, una vez que se han determinado los datos posicionales, usar el vehículo aéreo para marcar en el emplazamiento la posición física de cada barreno pretendido.
2. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que la posición física de cada barreno pretendido se marca depositando un marcador que incluye un transpondedor el cual puede ser interrogado de manera que puede identificarse de forma precisa la ubicación del marcador.
3. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que el vehículo aéreo se usa para realizar una marca indeleble en el suelo, usándose posteriormente dicha marca para posicionar una máquina de perforación de manera que puede realizarse un barreno en la posición física marcada.
4. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que, después de que se hayan realizado barrenos en el emplazamiento de voladura, se utiliza un vehículo aéreo para sondear el emplazamiento de la voladura y para determinar datos geográficos de cada barreno.
5. Procedimiento según la reivindicación 1, el cual incluye la etapa de usar un vehículo controlado de manera remota (RCV) con el fin de controlar el despliegue de conductores entre los barrenos, y hacia un explosor.
6. Procedimiento según la reivindicación 5, en el que el vehículo controlado de manera remota (RCV) es un vehículo terrestre (TV) que despliega los conductores desde el TV.
7. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que se usa un vehículo terrestre para distribuir material explosivo en cada barreno realizado en el emplazamiento de la voladura.
8. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que el vehículo aéreo está equipado con sensores que se usan para detectar si cada barreno realizado en el emplazamiento de la voladura se ha cargado con un material explosivo.
9. Procedimiento según la reivindicación 1, el cual incluye la etapa de usar un vehículo aéreo como estación repetidora para transmitir información entre un explosor y cada detonador en el emplazamiento de voladura.
10. Procedimiento según la reivindicación 9, en el que la información incluye datos, órdenes para comprobar la integridad de la conexión de cada detonador, detectar el estado de un barreno en el emplazamiento de la voladura el cual está cargado con material explosivo, transferir datos de temporización e información de identificación entre el explosor y cada detonador, y retransmitir señales de disparo desde el explosor a cada detonador.
11. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que el vehículo aéreo incluye un transmisor que transmite una señal de difusión que se induce en cables de superficie en el emplazamiento de voladura, y a continuación dicha señal inducida se retransmite a detonadores en barrenos en el emplazamiento de la voladura.
12. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que el emplazamiento de la voladura incluye una pluralidad de detonadores en los barrenos respectivos y un transductor de receptor/transmisor respectivo posicionado en la superficie que está en el emplazamiento de la voladura y que se conecta mediante uno o más enlaces de fibra óptica a un detonador respectivo, y en el que el vehículo aéreo se usa para comunicarse de forma exclusiva y directa con cada transductor a medida que atraviesa el emplazamiento de voladura sobrevolándolo.
13. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que el emplazamiento de la voladura incluye una pluralidad de barrenos y cada barreno se carga con un material explosivo, por lo menos un detonador respectivo en el material explosivo en cada barreno y material conductor que tiene la capacidad de retransmitir una señal entre la superficie y el detonador, y en el que el disparo de los detonadores se efectúa por medio de una difusión de señal desde el vehículo aéreo a todos los barrenos simultáneamente.
14. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que el emplazamiento de voladura incluye un explosor y una pluralidad de detonadores en barrenos respectivos en el emplazamiento de la voladura, y en el que el vehículo aéreo se usa para implementar una acción correctora dirigida a un detonador defectuoso, a una conexión defectuosa entre detonadores, o a una conexión defectuosa entre un detonador y el explosor.

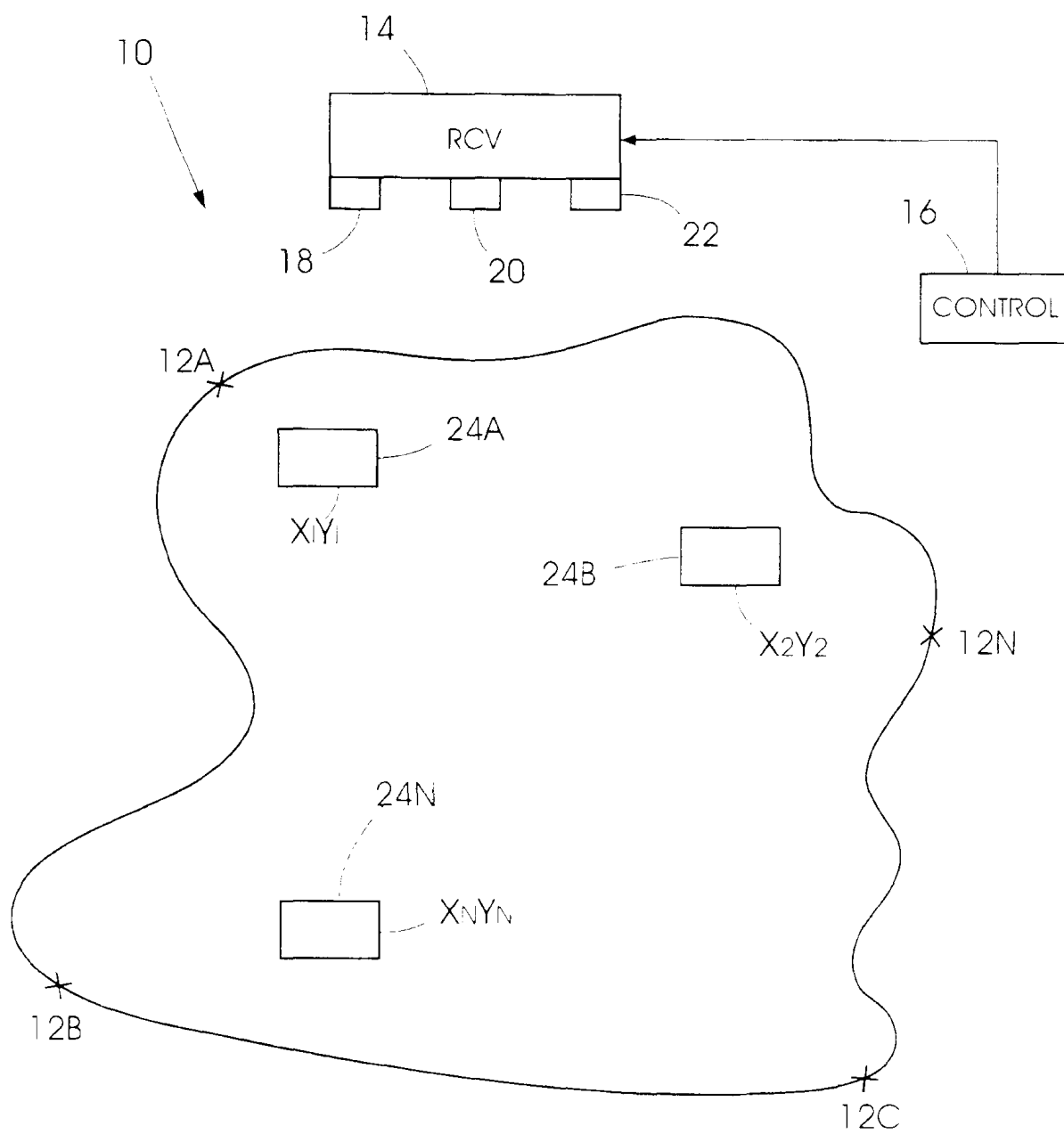


FIGURA 1

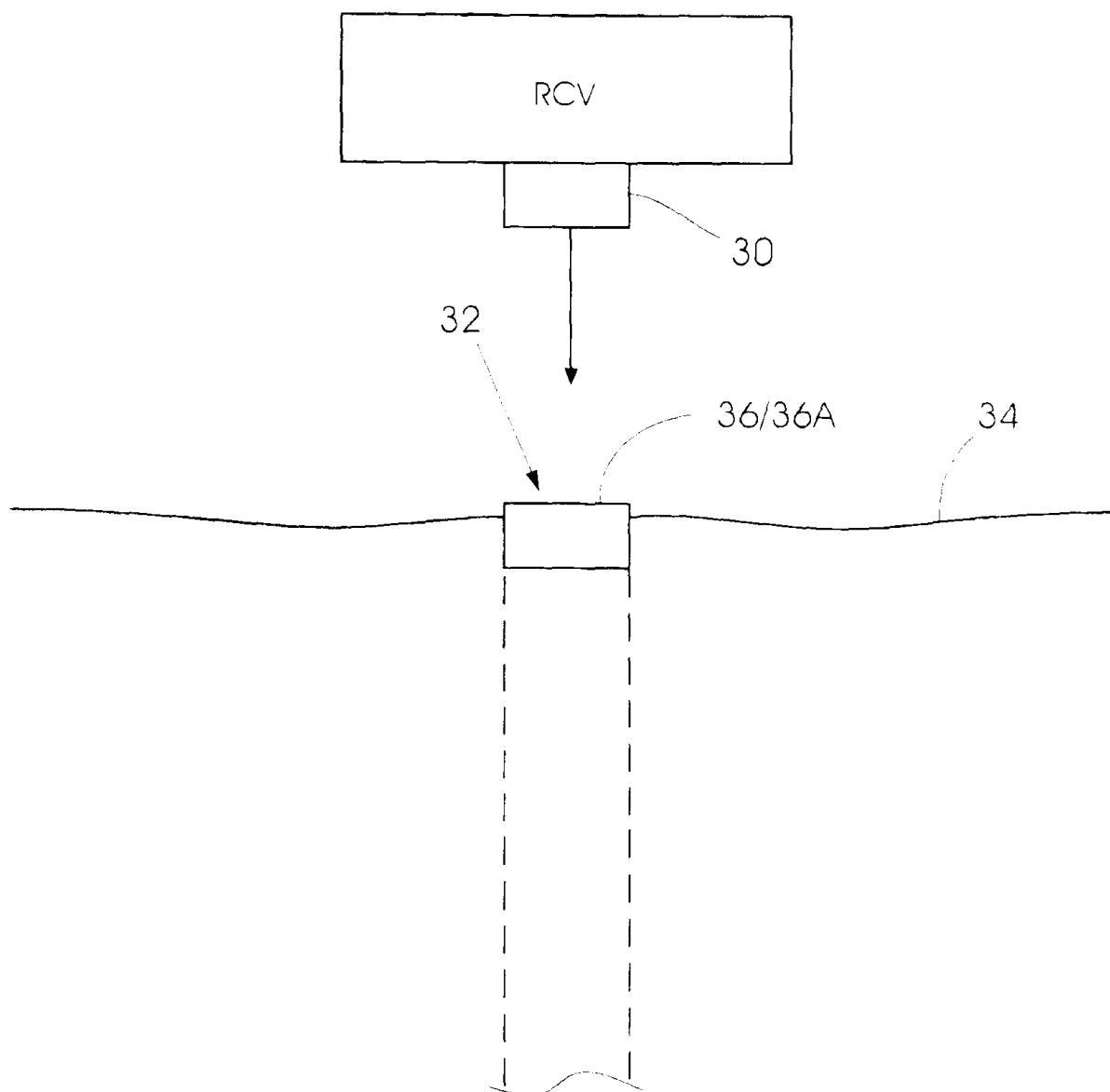


FIGURA 2

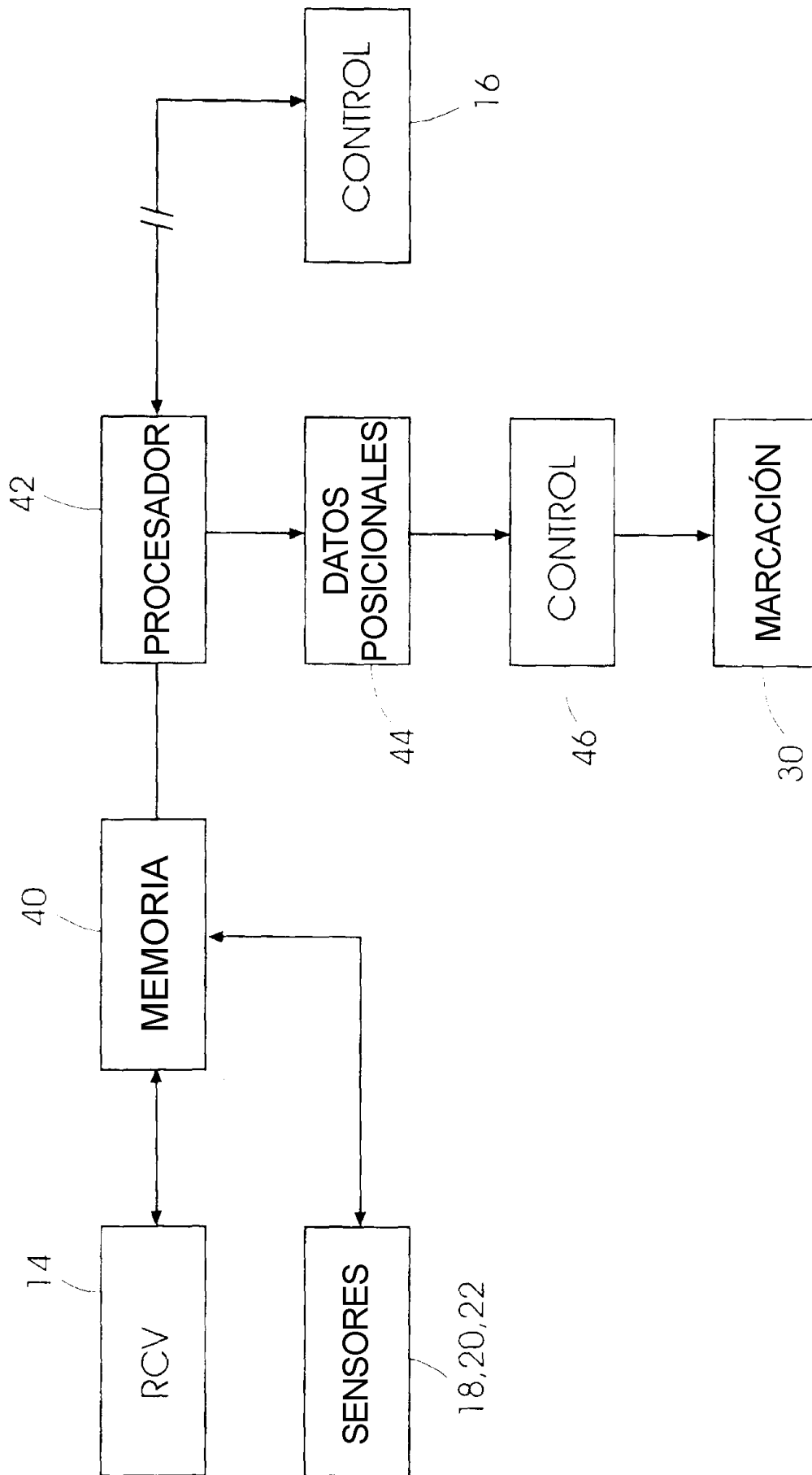


FIGURA 3

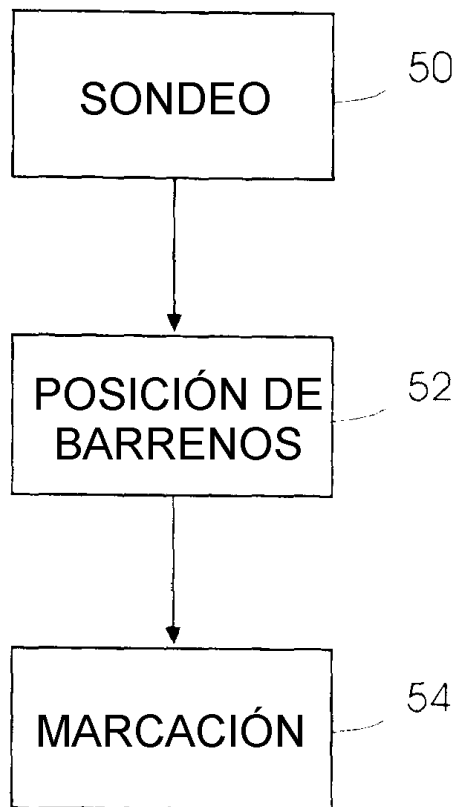


FIGURA 4

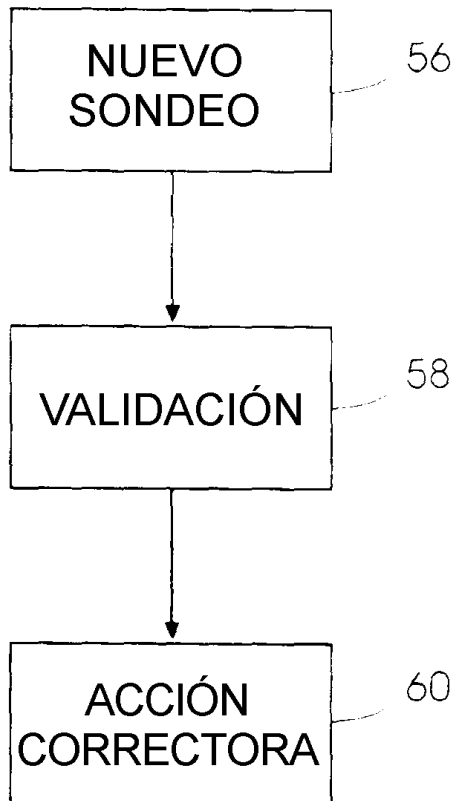


FIGURA 5

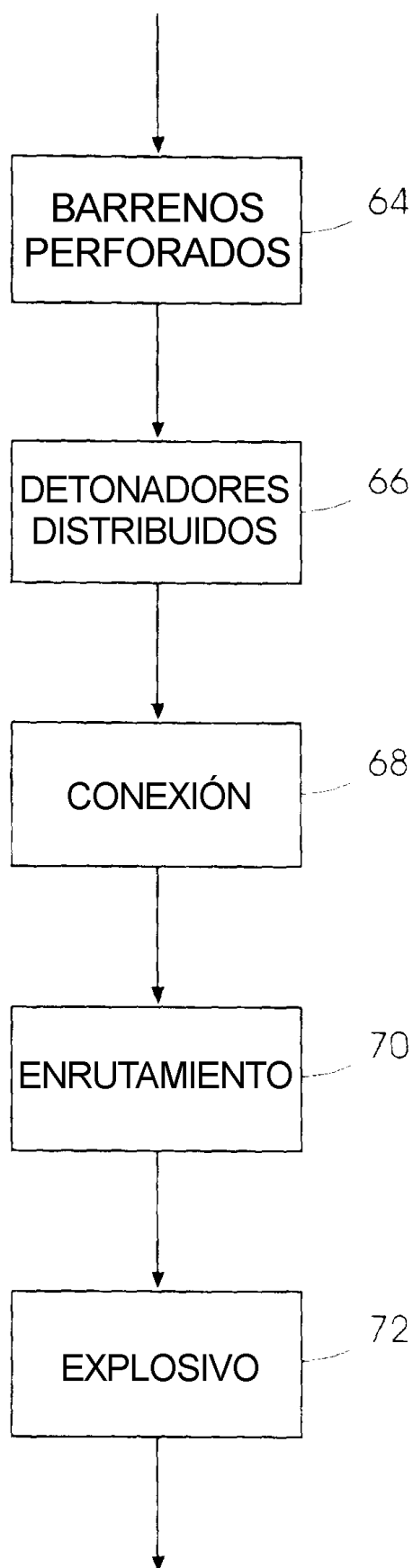


FIGURA 6

