

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 592 932**

51 Int. Cl.:

F42D 1/05	(2006.01)
F42D 1/04	(2006.01)
F42D 1/045	(2006.01)
F42D 3/04	(2006.01)
F42D 99/00	(2009.01)
F42D 1/02	(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **11.01.2010 PCT/AU2010/000018**

87 Fecha y número de publicación internacional: **05.08.2010 WO10085837**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.01.2010 E 10735419 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.07.2016 EP 2391864**

54 Título: **Control selectivo de dispositivos de iniciación inalámbricos en un sitio de voladura**

30 Prioridad:

28.01.2009 US 147816 P

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

02.12.2016

73 Titular/es:

**ORICA EXPLOSIVES TECHNOLOGY PTY LTD
(100.0%)
1 Nicholson Street
Melbourne, VIC 3000, AU**

72 Inventor/es:

**MCCANN, MICHAEL JOHN y
STEWART, RONALD F.**

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 592 932 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

Control selectivo de dispositivos de iniciación inalámbricos en un sitio de voladura

5 Campo de la invención

La invención se refiere al campo de voladura para minería, y al control de detonadores en un sitio de voladura. Más específicamente, la invención se refiere al control de detonadores y conjuntos de detonador mediante comunicación inalámbrica.

10

Antecedentes de la invención

La fragmentación y rotura de roca eficaz por medio de cargas explosivas exige habilidades y experiencia considerables. En la mayoría de las operaciones de minería las cargas explosivas, incluyendo amplificadores, se colocan en posiciones predeterminadas cerca o dentro de la roca, por ejemplo dentro de perforaciones taladradas en la roca. Las cargas explosivas se accionan a continuación mediante los detonadores que tienen retardos de tiempo predeterminados, proporcionando de esta manera un patrón deseado de voladura y fragmentación de roca. Convencionalmente, se transmiten señales a los detonadores desde una máquina de voladura asociada mediante sistemas no eléctricos que emplean cordón detonante de baja energía (LEDC) o tubo de impacto. Como alternativa, pueden usarse alambres eléctricos para transmitir señales más sofisticadas a y opcionalmente desde detonadores electrónicos. Por ejemplo, tal señalización puede incluir instrucciones de ARMAR, DESARMAR y de tiempo de retardo para programación remota de la secuencia de disparo del detonador. Además, como una característica de seguridad, los detonadores pueden almacenar códigos de disparo y responder a señales de ARMAR y DISPARAR únicamente tras la recepción de códigos de disparo coincidentes desde la máquina de voladura. Los detonadores electrónicos a menudo se programan con retardos de tiempo con una precisión del orden de aproximadamente 1 ms.

Los sistemas de voladura anteriormente analizados emplean conexiones físicas entre los detonadores a disparar y una unidad de control tal como una máquina de voladura. Típicamente, los detonadores se colocan en el sitio de voladura en asociación con cargas explosivas, y conectados a alambres de arnés de superficie (por ejemplo alambres, tubos de impacto, cordones de detonación o similares). Los detonadores presentes en el sitio de voladura pueden accionarse de manera selectiva en grupos. De esta manera, una voladura puede realizarse en dos o más etapas. Debe tenerse cuidado para asegurar que los detonadores de etapas posteriores, sus cargas asociadas y sus conexiones a alambres de arnés no se vean interrumpidos o sufran daño de las fuerzas explosivas derivadas del disparo de la etapa anterior. Sin embargo, es posible accionar selectivamente un grupo de detonadores antes de que se accionen otros grupos de detonadores en un sitio de voladura. En tales sistemas de voladura, puede conseguirse el accionamiento de grupos de detonadores selectivo en etapas mediante medios bastante sencillos. Por ejemplo, aquellos detonadores que se requieren accionar para una etapa particular de una voladura pueden conectarse al alambre o alambres de arnés mientras que aquellos que no se requieren pueden permanecer no conectados o desconectarse de los alambres de arnés. Como alternativa, cuando están presentes múltiples alambres de arnés, cada grupo de detonadores puede conectarse a un alambre de arnés diferente, con una señal de comando para DISPARAR cada grupo transmitida mediante un alambre de arnés diferente según se desee.

En los últimos años se ha observado el desarrollo de sistemas de voladura inalámbricos para usar al volar roca. Tales sistemas presentan ventajas significativas sobre sistemas de voladura cableada más tradicionales. Evitando el uso de conexiones físicas entre detonadores, y otros componentes en el sitio de voladura (por ejemplo máquinas de voladura) se reduce la posibilidad de configuración inapropiada de la disposición de voladura, tal como 'concordancia' de detonadores. Los sistemas de voladura inalámbricos ofrecen excelente potencial para establecimiento automatizado en el sitio de voladura. Por ejemplo, los sistemas robóticos pueden desplegarse más fácilmente para colocación de los conjuntos de detonadores inalámbricos y cargas explosivas asociadas en un sitio de voladura, puesto que se evita completamente las complicaciones de los alambres colgantes (y la necesidad de conectar dispositivos explosivos a tales alambres en el sitio de voladura). Se desvelan sistemas de voladura inalámbricos, y métodos correspondientes que emplean tales sistemas, por ejemplo en las publicaciones de patente internacional WO06/047823, WO06/076777, WO06/096920 y WO07/124539.

Sin embargo, el despliegue de los sistemas de voladura inalámbricos, y componentes de los mismos, presenta un desafío tecnológico extraordinario. En solo un ejemplo, el control y disparo selectivo de detonadores inalámbricos en grupos predeterminados (como se ha analizado anteriormente en el contexto de sistemas de voladura cableados) no es sencillo de conseguir puesto que no hay alambres de arnés presentes para conexión selectiva de los detonadores. Por lo tanto existe una necesidad en la técnica de métodos de voladura que permitan el control selectivo de detonadores y sus correspondientes conjuntos de detonadores inalámbricos, en el contexto de sistemas de voladura inalámbricos para minería.

El documento WO 2005/071348 describe un sistema de disparo remoto para detonar remotamente cargas explosivas, incluye características que se dice que proporcionan mejoras de seguridad y eficacia. Estas características incluyen comunicación de seguridad entre múltiples dispositivos remotos y múltiples dispositivos controladores, una funcionalidad de interrogación que permite rápido despliegue de dispositivos de sistema,

sistemas de llave electrónica y dispositivos remotos programables para sustitución fácil de dispositivos remotos defectuosos. Los dispositivos remotos programables se dice que incluyen un conmutador para seleccionar iniciación de detonador de tubo de impacto o iniciación de detonador eléctrico.

5 Sumario de la invención

Por consiguiente, la presente invención proporciona un método para controlar un grupo predeterminado de dispositivos de iniciación inalámbricos en una pluralidad de tales dispositivos en un sitio de voladura, método que comprende: transmitir a la pluralidad de dispositivos de iniciación inalámbricos una señal de comando inalámbrica relacionada con alguna operación que se pretende ejecutar mediante el grupo predeterminado de dispositivos de iniciación inalámbricos; para cada dispositivo de iniciación inalámbrico que recibe la señal de comando inalámbrica, determinar si el dispositivo de iniciación inalámbrico forma parte del grupo predeterminado; y para cada dispositivo de iniciación inalámbrico que determina que forma parte del grupo predeterminado, ejecutar la operación basándose en la señal de comando, en el que el dispositivo de iniciación inalámbrico comprende un detonador de retardo electrónico inalámbrico.

Por lo tanto, de acuerdo con esta realización de la invención la señal de comando inalámbrica se transmite a (y se recibe mediante) una pluralidad de dispositivos de iniciación inalámbricos, pero únicamente un grupo predeterminado (o número) de la pluralidad de dispositivos ejecutan una operación (pretendida) basándose en la señal. En las realizaciones de la presente invención la señal de comando inalámbrica comprende un componente (componente de identificación de grupo) que permite a cada dispositivo de iniciación inalámbrico recibir la señal para emprender el análisis para determinar si ese dispositivo forma parte del grupo predeterminado. La naturaleza del componente de identificación de grupo se analiza en más detalle a continuación.

Opcionalmente, el dispositivo de iniciación inalámbrico puede tomar la forma de un amplificador electrónico inalámbrico comprendiendo adicionalmente, por ejemplo, una carga explosiva asociada, de manera que el accionamiento del dispositivo provoca el accionamiento de cada carga explosiva asociada. Tales amplificadores electrónicos inalámbricos puede tener configuraciones alternativas o incluir otros componentes, y se desvelan por ejemplo en la publicación de patente internacional WO07/124539.

Por lo tanto, la presente invención proporciona también un método para controlar un grupo predeterminado de amplificadores electrónicos inalámbricos en una pluralidad de tales amplificadores en un sitio de voladura, método que comprende: transmitir a la pluralidad de amplificadores electrónicos inalámbricos una señal de comando inalámbrica relacionada con alguna operación que se pretende que se ejecute mediante el grupo predeterminado de amplificadores electrónicos inalámbricos; para cada amplificador electrónico inalámbrico que recibe la señal de comando inalámbrica, determinar si el amplificador electrónico inalámbrico forma parte del grupo predeterminado; y para cada amplificador electrónico inalámbrico que determina que forma parte del grupo predeterminado, ejecutar la operación basándose en la señal de comando.

Esta realización se basa en los mismos principios generales que se exponen en relación con la primera realización descrita, siendo la diferencia que el dispositivo de iniciación electrónico inalámbrico es un amplificador electrónico inalámbrico. A continuación, a menos que se indique de otra manera o sea evidente de otra manera, los aspectos de la presente invención asociados con la primera realización descrita se aplican también en relación con las realizaciones relacionadas con el amplificador electrónico inalámbrico.

También se proporciona en el presente documento una serie de definiciones que ayudarán a un entendimiento de la presente invención.

50 Definiciones

“Accionar” o “iniciar” - se refiere a la iniciación, ignición o activación de materiales explosivos, típicamente por medio de un cebador, detonador u otro dispositivo que puede recibir una señal externa y convertir la señal para provocar la deflagración del material explosivo.

55 “Evento de voladura automatizado / automático” - abarca todos los métodos y sistemas de voladura que son susceptibles de establecimiento mediante medios remotos, por ejemplo empleando sistemas robóticos en el sitio de voladura. De esta manera, los operadores de voladura pueden configurar un sistema de voladura, que incluye un conjunto de detonadores y cargas explosivas, en el sitio de voladura desde una localización remota, y controlar los sistemas robóticos para configurar el sistema de voladura sin necesidad de estar en las cercanías del sitio de voladura.

60 “Carga de base” - se refiere a cualquier porción discreta de material explosivo en la proximidad de otros componentes del detonador y asociada con estos componentes de una manera que permite al material explosivo accionar tras la recepción de señales apropiadas desde los otros componentes. La carga de base puede mantenerse dentro de la carcasa principal de un detonador, o como alternativa puede localizarse cerca de la carcasa principal de un detonador. La carga de base puede usarse para entregar potencia de salida a una carga de

explosivos externa para iniciar la carga de explosivos externa.

5 “Máquina de voladura” - cualquier dispositivo que puede estar en comunicación de señal con detonadores electrónicos, por ejemplo para enviar señales de ARMAR, DESARMAR y DISPARAR a los detonadores, y / o para programar los detonadores con tiempos de retardo y / o códigos de disparo. La máquina de voladura puede recibir también información tal como tiempos de retardo o códigos de disparo desde los detonadores directamente, o esto puede conseguirse mediante un dispositivo intermedio para recoger información de detonador y transferir la información a la máquina de voladura, tal como un registrador.

10 “Amplificador electrónico inalámbrico” - se refiere a cualquier dispositivo que puede recibir señales de comandos inalámbricas desde una máquina de voladura asociada, y en respuesta a señales apropiadas tales como una señal inalámbrica para DISPARAR, puede provocar el accionamiento de una carga explosiva que forma un componente integral del amplificador. De esta manera, el accionamiento de la carga explosiva puede inducir el accionamiento de una cantidad externa de material explosivo, tal como material cargado hasta una perforación en la roca. En
15 realizaciones seleccionadas, un amplificador puede comprender la siguiente lista no limitante de componentes: un detonador que comprende un circuito de disparo y una carga de base; una carga explosiva en asociación operativa con dicho detonador, de manera que el accionamiento de dicha carga de base mediante dicho circuito de disparo provoca el accionamiento de dicha carga explosiva; un transceptor para recibir y procesar dicha al menos una señal de comando inalámbrica desde dicha máquina de voladura, dicho transceptor en comunicación de señal con dicho
20 circuito de disparo de manera que tras la recepción de una señal de comando para DISPARAR dicho circuito de disparo provoca el accionamiento de dicha carga de base y el accionamiento de dicha carga explosiva.

25 “Perforación” - se refiere en general a un orificio o rebaje alargado, preferentemente en forma cilíndrica, taladrado en una sección de roca para cargar, por ejemplo, materiales explosivos y cebadores de iniciación para accionar los materiales explosivos. Sin embargo, las perforaciones pueden tomar cualquier perfil o forma que sea susceptible de recibir materiales explosivos.

30 “Estación de comando central” - se refiere a cualquier dispositivo que transmite señales mediante transmisión de radio o mediante conexión directa, a una o más máquinas de voladura. Las señales transmitidas pueden codificarse o encriptarse. Típicamente, la estación de voladura central permite comunicación de radio con múltiples máquinas de voladura desde una localización remota desde el sitio de voladura.

35 “Reloj” - abarca cualquier reloj adecuado para uso en relación con un dispositivo de iniciación, amplificador electrónico inalámbrico, conjunto de detonadores inalámbricos o sistema de voladura, por ejemplo a tiempos de retardo de tiempo para accionamiento de una carga explosiva o material durante un evento de voladura. En realizaciones particularmente preferidas, el término reloj se refiere a un reloj de cristal, por ejemplo que comprende un cristal de cuarzo oscilador del tipo que es bien conocido, por ejemplo en relojes de cuarzo convencionales y dispositivos de temporización.

40 “Circuito de control” - se refiere a circuitería electrónica que posibilita que se realice la comparación entre una identificación de grupo recibida que se almacena en el componente de memoria de un dispositivo de iniciación inalámbrico o amplificador electrónico inalámbrico, y que puede determinar si el componente de identificación de grupo se correlaciona/coincide con la identificación de grupo almacenada. Cuando se determina que hay correlación/coincidencia adecuada el circuito de control puede también implementar alguna operación del dispositivo o amplificador basándose en una señal de comando inalámbrica. El circuito de control puede ser un circuito
45 integrado que se ha diseñado teniendo en cuenta al menos las funcionalidades.

50 “Carga explosiva” - incluye cualquier porción discreta de una sustancia explosiva contenida o sustancialmente contenida en un amplificador. La carga explosiva es típicamente de una forma y tamaño suficientes para recibir energía derivada del accionamiento de una carga de base de un detonador, para provocar de esta manera la ignición de la carga explosiva. Cuando la carga explosiva está localizada adyacente o cerca de una cantidad adicional de material explosivo, tal como por ejemplo material explosivo cargado en una perforación en la roca, entonces la ignición de la carga explosiva puede ser suficiente, bajo ciertas circunstancias, para provocar la ignición de toda la cantidad de material explosivo, para provocar de esta manera la voladura de la roca. La constitución
55 química de la carga explosiva puede tomar cualquier forma que se conozca en la técnica tal como TNT o pentolita.

60 “Material explosivo” - se refiere a cualquier cantidad y tipo de material explosivo que está localizado fuera de un amplificador de la presente invención, pero que puede estar en asociación operativa con el amplificador, de manera que la ignición de la carga explosiva en el amplificador provoca la ignición posterior del material explosivo. Por ejemplo, el material explosivo puede localizarse o situarse hacia debajo de una perforación en la roca, y un amplificador puede localizarse en asociación operativa con el material explosivo hacia abajo o cerca de la perforación. En realizaciones preferidas el material explosivo puede comprender pentolita o TNT.

65 “Componente de identificación de grupo” - se refiere a una parte, porción, o componente de una señal de comando inalámbrica generada y transmitida mediante una máquina de voladura a uno o más dispositivos inalámbricos (tales como detonadores inalámbricos, conjuntos de detonadores inalámbricos, amplificadores electrónicos inalámbricos

etc.) en un sitio de voladura, en el que dicha parte, porción o componente comprende un número, código, paquete de datos u otra forma de información transmitida electrónicamente adecuada para recepción y procesamiento mediante el uno o más dispositivos inalámbricos, de manera que los dispositivos inalámbricos pueden comparar el componente de identificación de grupo con una identificación de grupo previamente almacenada, por ejemplo almacenada en cada componente de memoria de cada dispositivo inalámbrico. La codificación electrónica para el componente de identificación de grupo, al menos en realizaciones seleccionadas, puede ser idéntica o corresponder sustancialmente con la codificación electrónica de la identificación de grupo a la que se pretende corresponder. Por ejemplo, si la identificación de grupo para cada conjunto de detonador inalámbrico en un grupo dado de conjuntos de detonadores inalámbricos es un número decimal de 8 bits particular (por ejemplo 12345678), entonces las señales de comandos inalámbricas transmitidas desde una máquina de voladura y dirigidas a este grupo de conjuntos de detonadores inalámbricos pueden "etiquetarse" con un componente de identificación de grupo que corresponde a la identificación de grupo (por ejemplo 12345678). Como alternativa, el componente de identificación de grupo puede ser diferente al componente de identificación de grupo de los dispositivos inalámbricos a los que está dirigido proporcionando que los dispositivos inalámbricos puedan procesar los componentes de identificación de grupo entrantes para determinar apropiadamente su relevancia.

"Identificación de grupo" (o GID) - se refiere a cualquier número, dígito o grupo de dígitos (numéricos, alfanuméricos u otros), código, paquete de datos u otra forma de información transmitida o almacenada electrónicamente adecuada para asignar una identidad de grupo a un dispositivo inalámbrico (tal como un detonador inalámbrico, un conjunto de detonador inalámbrico, o un amplificador electrónico inalámbrico) en un sitio de voladura. La identificación de grupo puede ser numérica, alfanumérica, otras formas de código, o combinaciones de las mismas, y si pudiera ser numérica en cualquier base incluyendo pero sin limitación binaria, decimal y hexadecimal. Cada identificación de grupo se asigna a dispositivos inalámbricos y preferentemente adecuados para almacenamiento en los dispositivos tal como por ejemplo mediante un componente de memoria del dispositivo. Las identificaciones de grupo asignadas a un grupo particular de dispositivos inalámbricos pueden ser idénticas (por simplicidad de comunicación con el grupo) o pueden ser no idénticas. Por ejemplo, si las identificaciones de grupo para un grupo particular de dispositivos inalámbricos no son idénticas entonces pueden englobarse dentro de un intervalo predeterminado de identificaciones de grupo, o las identificaciones de grupo de un grupo particular pueden pertenecer a números pares o impares.

"Señal de programación de identificación de grupo" - se refiere a cualquier señal obtenida desde cualquier componente de un aparato de voladura, u otro dispositivo relacionado, que transmite a un dispositivo inalámbrico (tal como un detonador inalámbrico, conjunto de detonador inalámbrico, amplificador electrónico inalámbrico, etc.) mediante conexión inalámbrica o alámbrica una identificación de grupo a programarse en el dispositivo inalámbrico, y almacenada preferentemente mediante una memoria del dispositivo inalámbrico. La señal de programación de identificación de grupo por lo tanto 'informa' uno o más dispositivos inalámbricos de su identidad de grupo antes de la transmisión de señales de comandos inalámbricas en el sitio de voladura. La señal de programación de identificación de grupo puede transmitirse a cada dispositivo inalámbrico durante el montaje en fábrica. Como alternativa, la señal de programación de identificación de grupo puede transmitirse a cada dispositivo inalámbrico en el sitio de voladura por ejemplo durante la configuración (por ejemplo mediante un dispositivo de programación portátil tal como un registrador) o después de configuración antes de la ejecución del evento de voladura caso en el que puede transmitirse una o más señales de programación de identificación de grupo, por ejemplo, a los dispositivos inalámbricos mediante una máquina de voladura u otro componente del aparato de voladura. Una señal de programación de identificación de grupo puede transmitirse únicamente una vez a cada dispositivo inalámbrico para programación permanente única de cada identificación de grupo en cada dispositivo inalámbrico. Como alternativa, cada señal de programación de identificación de grupo puede ser que se programe semi-permanente o temporalmente de cada dispositivo inalámbrico con una identificación de grupo, de manera que la identificación de grupo de cada dispositivo inalámbrico pueda eliminarse, cambiarse o sustituirse durante un evento de voladura particular, entre eventos de voladura o en algún otro momento.

"Perforación de media sección" - se refiere a un método de perforación de un pozo desvelado por ejemplo en la patente Australiana 768.956. El método se describe en mayor detalle en el Ejemplo 6 a continuación.

"Componente de instrucción" - se refiere a una parte, porción componente de una señal de comando inalámbrica generada y transmitida mediante una máquina de voladura a uno o más dispositivos inalámbricos (tales como detonadores inalámbricos, conjuntos de detonadores inalámbricos, amplificadores electrónicos inalámbricos, etc.) en un sitio de voladura, en el que dicha parte, porción o componente comprende un número, código, paquete de datos u otra forma de información transmitida electrónicamente adecuada para recepción y procesamiento mediante el uno o más dispositivos inalámbricos, para proporcionar el dispositivo inalámbrico con instrucciones para una acción particular. La acción puede seleccionarse del siguiente grupo de acciones no limitante: ARMAR, DESARMAR, DISPARAR, ACTIVAR, DESACTIVAR, DESCONECTAR, CALIBRAR, COMPROBACIÓN DE ESTADO, VERIFICAR, ABORTAR, SINCRONIZAR, etc. De acuerdo con los métodos de la presente invención, las instrucciones se llevarán únicamente a cabo mediante el dispositivo inalámbrico si el dispositivo inalámbrico, después de la comparación del componente de identificación de grupo de la señal de comando inalámbrica con la identificación de grupo previamente programada almacenada en la memoria del dispositivo, que el componente de identificación de grupo y la identificación de grupo corresponden de alguna manera apropiada.

“Registrador” o “dispositivo de registro” - incluye cualquier dispositivo adecuado para registrar información con respecto a componentes del aparato de voladura de la presente invención, tales como detonadores. El registrador puede transmitir o recibir información a o desde los componentes. Por ejemplo, el registrador puede transmitir datos a detonadores tales como, pero sin limitación, códigos de identificación de detonador, tiempos de retardo, señales de sincronización, códigos de disparo, datos posicionales, etc. Además, el registrador puede recibir información desde un detonador incluyendo pero sin limitación, códigos de identificación de detonador, tiempos de retardo, información con respecto al entorno o estado del detonador, información con respecto a la capacidad del detonador para comunicar con una máquina de voladura asociada. Preferentemente, el dispositivo de registro puede registrar también información adicional tal como, por ejemplo, códigos de identificación para cada detonador, información con respecto al entorno del detonador, la naturaleza de la carga explosiva en relación con el detonador, etc. En realizaciones seleccionadas, un dispositivo de registro puede formar una parte integral de una máquina de voladura, o como alternativa puede pertenecer a un dispositivo distinto tal como por ejemplo, una unidad programable portátil que comprende medios de memoria para almacenar datos relacionados con cada detonador, y preferentemente medios para transferir estos datos a una estación de comando central o una o más máquinas de voladura. Una función principal del dispositivo de registro es leer el detonador de modo que pueda “encontrarse” posteriormente por una máquina de voladura asociada, y tener comandos tales como comandos de DISPARAR dirigidos hacia él cuando sea apropiado. Un registrador puede comunicar con un detonador mediante conexión eléctrica directa (interfaz) o una conexión inalámbrica de cualquier tipo.

“Red” - se refiere a conjuntos de detonadores inalámbricos en un aparato de voladura de la presente invención en los que al menos un conjunto de detonador inalámbrico puede comunicar mediante medios de comunicación inalámbricos con al menos otro conjunto de detonador inalámbrico, para crear de esta manera una red de conjuntos de detonadores inalámbricos que se intercomunican en el sitio de voladura. La red de conjuntos de detonadores inalámbricos puede incluir aquellos que comunican directamente con la una o más máquinas de voladura en el sitio de voladura, que forman una parte integral del aparato de voladura.

“Código de identificación pre-programado” - se refiere a un código de identificación de detonador que se asigna a un detonador particular o conjunto de detonador para identificar por separado cada conjunto de detonador independientemente de si el detonador o conjunto de detonador está asignado a un grupo particular de detonadores o conjuntos de detonadores. Típicamente, un código de identificación pre-programado puede programarse en un detonador o conjunto de detonador tras la fabricación en una fábrica. Como alternativa, un código de identificación pre-programado puede asignarse o programarse en cada detonador o conjunto de detonador después de fabricación, por ejemplo durante la configuración de un aparato de voladura y colocación de los detonadores o conjuntos de detonadores en un sitio de voladura. Por ejemplo, un registrador u otro dispositivo puede programar un código de identificación pre-programado en cada detonador o conjunto de detonador en o después la colocación, para crear un registro de detonadores presentes para la voladura, y opcionalmente información adicional con respecto a su entorno operativo, conexiones, localización, etc. Este registro o bitácora puede descargarse a una máquina de voladura asociada, para proporcionar de esta manera a la máquina de voladura asociada con una ‘imagen’ detallada de la configuración de la voladura, y permitir a la máquina de voladura direccionar individualmente cada detonador o conjunto de detonador inalámbrico basándose en su código de identificación pre-programado. Cada código de identificación pre-programado puede comprender cualquier forma de número, paquete de datos o información electrónica en cualquier forma tal como numérica, alfanumérica u otras formas de código, o combinaciones de las mismas, y si fuera numérica puede estar en cualquier base incluyendo pero sin limitación binaria, decimal y hexadecimal. Cada código de identificación pre-programado puede asociarse con cualquier detonador o conjunto de detonador particular mediante cualquier medio. Por ejemplo, cada código de identificación pre-programado puede almacenarse en un componente de memoria de cada detonador o conjunto de detonador, o puede almacenarse como parte de una etiqueta de identificación de RF u otro dispositivo similar fijado de alguna manera al detonador o conjunto de detonador.

“Componente de código de identificación pre-programado” - se refiere a una parte, porción o componente de una señal de programación de identificación de grupo generada y transmitida mediante una máquina de voladura a uno o más dispositivos inalámbricos (tales como detonadores inalámbricos, conjuntos de detonadores inalámbricos, amplificadores electrónicos inalámbricos, etc.) en un sitio de voladura, en el que dicha parte, porción o componente comprende un número, código, paquete de datos u otra forma de información transmitida electrónicamente adecuada para recepción y procesamiento mediante el uno o más dispositivos inalámbricos, de manera que los dispositivos inalámbricos puedan comparar el componente de identificación pre-programado con un código de identificación pre-programado (por ejemplo un ID de detonador programado de fábrica), por ejemplo almacenado en cada componente de memoria de cada dispositivo inalámbrico. La codificación electrónica para el componente de código de identificación pre-programado, al menos en realizaciones seleccionadas, puede ser idéntica o corresponder sustancialmente a la codificación electrónica del código de identificación pre-programado al que se pretende corresponder.

“Preferentemente” - identifica características preferidas de la invención. A menos que se especifique de otra manera, el término ‘preferentemente’ se refiere a características preferidas de las realizaciones más amplias de la invención, como se definen por ejemplo mediante las reivindicaciones independientes, y otras invenciones desveladas en el presente documento.

“Protocolo” se refiere en general a un método o formato acordado para procesar o transmitir datos en un dispositivo, mediante un dispositivo, o entre dos dispositivos. Un protocolo puede comprender un conjunto de puntos de decisión o reglas formales o predeterminadas. Un protocolo puede definirse también como una convección o norma que controla o posibilita la conexión, comunicación o transferencia de datos entre dos puntos de extremo, o puede considerarse también las reglas que rigen la sintaxis, semántica y sincronización de la comunicación. Los protocolos pueden implementarse mediante hardware, software, o una combinación de los dos. En una forma básica, un protocolo define la conexión de dos dispositivos hardware o componentes de dispositivo mediante comunicación alámbrica o inalámbrica, y establece un conjunto estructurado de reglas o puntos de comprobación para regir un orden de decisiones o eventos que rigen la comunicación. La definición de ‘Protocolo’ no está limitada al presente párrafo, y de hecho pueden aplicarse también otras definiciones bien conocidas o de sentido común. Por ejemplo, puede hacerse referencia a las referencias establecidas tales como Wikipedia y definiciones correspondientes para “protocolo”, “protocolo de comunicaciones”, y “protocolo (informática)” y referencias citadas en las mismas.

“Roca” incluye todos los tipos de roca, incluyendo esquisto, etc.

“STRATABLAST™” - se refiere a un tipo de voladura que implica la fragmentación de múltiples capas o niveles de roca como se describe por ejemplo en el presente documento, o de acuerdo con las enseñanzas de la publicación de patente internacional WO2005/052499.

“Sincronizar” - se refiere a una señal o secuencia de señales para coordinar o proporcionar alineación temporal a las bases de tiempo u osciladores de un grupo de dispositivos (por ejemplo, dispositivos de iniciación inalámbricos), o a los relojes internos de tales dispositivos.

“Caja superior”- se refiere a cualquier dispositivo que forma parte de un conjunto de detonador inalámbrico que está adaptado para la localización en o cerca de la superficie del suelo cuando el conjunto de detonador inalámbrico está en uso en un sitio de voladura en asociación con una perforación y carga explosiva localizados en el mismo. Las cajas superiores están localizadas típicamente por encima del suelo o al menos en una posición dentro, en o cerca de la perforación que es más adecuada para la recepción y transmisión de señales inalámbricas, y / o para retransmitir estas señales al detonador hasta la perforación. En realizaciones preferidas, cada caja superior comprende uno o más componentes seleccionados del conjunto de detonador inalámbrico de la presente invención.

“Conjunto de detonador inalámbrico” - se refiere en general a un conjunto que abarca un detonador, más preferentemente un detonador electrónico (que comprende típicamente al menos un cartucho de detonador y una carga de base) así como medios de recepción y procesamiento de señales inalámbricas para provocar el accionamiento de la carga de base tras la recepción mediante dicho conjunto de detonador inalámbrico de una señal inalámbrica para DISPARAR desde al menos una máquina de voladura asociada. Por ejemplo, tales medios para provocar el accionamiento pueden incluir medios de recepción de señal, medios de procesamiento de señal y un circuito de disparo para activarse en el caso de una recepción de una señal de DISPARAR. Los componentes preferidos del conjunto de detonador inalámbrico pueden incluir adicionalmente medios para transmitir información inalámbricamente con respecto al conjunto a otros conjuntos o a una máquina de voladura, o medios para retransmitir señales inalámbricas a otros componentes del aparato de voladura. Otros componentes preferidos de un conjunto de detonador inalámbrico serán evidentes a partir de la memoria descriptiva como una totalidad. La expresión “conjunto de detonador inalámbrico” puede pertenecer en realizaciones muy específicas simplemente a un dispositivo de retransmisión de señal inalámbrica, sin ninguna asociación a un detonador de retardo electrónico o cualquier otra forma de detonador. En tales realizaciones, tales dispositivos de reenvío puede formar líneas troncales inalámbricas para retransmitir de manera sencilla señales inalámbricas a y desde máquinas de voladura, mientras que otros conjuntos de detonadores inalámbricos en comunicación con los dispositivos de reenvío pueden comprender todas las características habituales de un conjunto de detonador inalámbrico, incluyendo un detonador para accionamiento del mismo, formando de hecho líneas de ramales inalámbricos en la red inalámbrica. Un conjunto de detonador inalámbrico puede incluir adicionalmente una caja superior como se define en el presente documento, para mantener componentes específicos del conjunto lejos de una porción subterránea del conjunto durante la operación, y para localización en una posición mejor adecuada para la recepción de señales inalámbricas obtenidas, por ejemplo, desde una máquina de voladura o retransmitidas mediante otro conjunto de detonador inalámbrico. Las cajas superiores se desvelan, por ejemplo, en la publicación de patente internacional WO2006/076777.

“Inalámbrico” - se refiere a que no hay conexiones físicas (tales como alambres eléctricos, tubos de impacto, LEDC, o cables ópticos) que conectan el detonador de la invención o componentes del mismo a una máquina de voladura asociada o fuente de alimentación.

“Detonador de retardo electrónico inalámbrico” o ‘(WEDD)’ - se refiere a cualquier detonador de retardo electrónico que puede recibir y / o transmitir señales inalámbricas a / desde otros componentes de un aparato de voladura. Típicamente, un WEDD toma la forma de, o forma una parte integral de, un conjunto de detonador inalámbrico como se describe en el presente documento.

“Dispositivo de iniciación inalámbrico” - se refiere a cualquier dispositivo y componentes asociados que consiguen la iniciación de una carga de base asociada mediante la recepción de señales de comandos inalámbricas. Tales dispositivos típicamente incluyen detonadores o conjuntos de detonadores, que comprenden opcionalmente una o más cajas superiores, fuentes de alimentación, antenas asociadas, etc.

5 Descripción detallada de los dibujos

La Figura 1 ilustra esquemáticamente una vista en perspectiva de la superficie de un área de suelo, en la que se han establecido grupos adyacentes de perforaciones.

10 La Figura 2a ilustra esquemáticamente una vista en alzado frontal de un área de roca a volar subterránea para los fines de extraer roca desde un estrato mineral o para formar un túnel.

La Figura 2b ilustra esquemáticamente una vista en perspectiva de una cara de roca a volar subterránea para los fines de extraer roca desde un estrato mineral o para formar un túnel.

15 La Figura 3 ilustra esquemáticamente una vista en perspectiva de una sobrecarga de roca y un estrato mineral a someterse a una Stratablast™.

Las Figuras 4a a 4h ilustran esquemáticamente una vista en sección transversal lateral de un pozo formado progresivamente en etapas mediante el método de perforación de media sección.

20 Descripción detallada de la invención

Los inventores han tenido éxito en el desarrollo de métodos para el control selectivo de grupos de dispositivos de iniciación inalámbricos o amplificadores electrónicos inalámbricos en un sitio de voladura. En particular, estos métodos pueden aplicarse a los sistemas de voladura inalámbricos en los que los dispositivos o amplificadores comunican con una o más unidades de control (es decir máquinas de voladura) mediante comunicación inalámbrica

25 en un sitio de voladura. Los métodos pueden aplicarse a sistemas de voladura que emplean cualquier tipo de dispositivo electrónico inalámbrico para voladura, pero se describirán en el presente documento con referencia a dispositivos de iniciación inalámbricos y amplificadores electrónicos inalámbricos. Los métodos de la invención no están limitados a un tipo particular de voladura o a un tipo particular de roca. De hecho, los métodos pueden usarse para voladura superficial y/o subterránea.

30 Los métodos de la presente invención implican en general la transmisión de una o más señales de comandos inalámbricas a una pluralidad de dispositivos de iniciación inalámbricos o amplificadores electrónicos inalámbricos, en el que las señales de comandos inalámbricas seleccionadas cada una se dirige únicamente a un grupo preseleccionado de dispositivos o amplificadores en el sitio de voladura. ‘Etiquetando’ cada señal de comando inalámbrica con un elemento de datos adicional, cada dispositivo o amplificador puede ‘reconocer’ si la señal de comando inalámbrica se pretende o no para el dispositivo o amplificador, y si el dispositivo o amplificador debe emprender o no una acción requerida.

35 Como se observa la naturaleza/contenido de la señal de comando inalámbrica es un aspecto importante de la presente invención. En una realización la señal de comando inalámbrica comprende un componente de identificación de grupo que permite diferenciar dispositivos de iniciación inalámbricos (o amplificadores electrónicos inalámbricos) que forman parte del grupo predeterminado de los dispositivos de iniciación inalámbricos (o amplificadores electrónicos inalámbricos) que no forman parte del grupo predeterminado, y en el que cada dispositivo de iniciación inalámbrico (o amplificador electrónico inalámbrico) comprende: un receptor para recibir una

40 señal de comando inalámbrica; un componente de memoria en el que se almacena una identificación de grupo; y un circuito de control para comparar el componente de identificación de grupo con la identificación de grupo almacenada, para determinar basándose en esa comparación si el dispositivo de iniciación inalámbrico (o amplificador electrónico inalámbrico) forma parte del grupo predeterminado, y para ejecutar la operación pretendida del dispositivo de iniciación inalámbrico (o amplificador electrónico inalámbrico) si se determina que forma parte del

45 grupo predeterminado.

50 Es evidente a partir de esta realización que el dispositivo de iniciación inalámbrico (o amplificador electrónico inalámbrico como pueda ser el caso) incluye componentes, es decir un receptor, para recibir una señal de comando inalámbrica. Esta puede ser de forma convencional y operarse de una manera convencional. Aunque no se ha indicado anteriormente la señal de comando inalámbrica se transmite típicamente a la pluralidad de dispositivos (o amplificadores) mediante al menos una máquina de voladura.

55 El dispositivo (o amplificador) incluye también un componente de memoria en el que se almacena una identificación de grupo para ese dispositivo (o amplificador). La memoria típicamente forma parte de un circuito integrado asociado con el dispositivo (o amplificador). El uso de componentes de memoria para almacenar datos de identificación es común en la técnica de detonadores y un experto en la materia estaría familiarizado con el hardware que puede usarse.

60 Relacionado con la naturaleza/contenido de la señal de comando inalámbrica en esta realización, el dispositivo (o amplificador) puede incluir un circuito de control. Una función de este circuito de control es comparar el componente de identificación de grupo de una señal de comando inalámbrica recibida con la identificación de grupo almacenada

65

en el componente de memoria, y determinar basándose en esa comparación si el dispositivo (o amplificador) que ha recibido la señal forma parte del grupo predeterminado de dispositivos (o amplificadores) que se pretende que ejecuten la operación basándose en la señal. Por lo tanto, existe una relación operativa entre el receptor, el circuito de control y el componente de memoria, y entre el circuito de control y componentes auxiliares que son responsables de la operación del dispositivo (o amplificador). Típicamente, el circuito de control comprenderá un circuito integrado diseñado para realizar estas funciones.

En un ejemplo, la pluralidad de dispositivos de iniciación inalámbricos (o amplificadores electrónicos inalámbricos) se dividen en grupos predeterminados, teniendo los dispositivos de iniciación inalámbricos (o amplificadores electrónicos inalámbricos) en el mismo grupo predeterminado la misma identificación de grupo almacenada, y teniendo los dispositivos de iniciación inalámbricos (o amplificadores electrónicos inalámbricos) en diferentes grupos predeterminados diferentes identificaciones de grupo almacenadas, correspondiendo el componente de identificación de grupo de dicha señal de comando inalámbrica a una identificación de grupo. En este caso se usa un único componente de identificación de grupo de la señal de comando para identificar un grupo predeterminado de dispositivos (o amplificadores).

En otro ejemplo, cada dispositivo de iniciación inalámbrico (o amplificador electrónico inalámbrico) de la pluralidad de dispositivos de iniciación inalámbricos (o amplificador electrónico inalámbrico) tiene una identificación de grupo almacenada única, y en el que el componente de identificación de grupo de la señal de comando inalámbrica comprende una pluralidad de componentes de identificación de grupo que corresponden a las identificaciones de grupo para el grupo predeterminado de dispositivos de iniciación inalámbricos (o amplificadores electrónicos inalámbricos). En este punto cada dispositivo (o amplificador), tiene una identificación de grupo almacenada diferente y la señal de comando inalámbrica comprende una pluralidad de componentes de identificación de grupo que relacionan colectivamente a aquellos dispositivos (o amplificadores) que forman el grupo predeterminado.

En otra variación, después de la colocación de cada dispositivo de iniciación inalámbrico (o amplificador electrónico inalámbrico) en el sitio de voladura, todos los componentes del dispositivo (o amplificador) se comprueban para integridad operativa, y en el que la identificación de grupo para cada dispositivo de iniciación inalámbrico (o amplificador electrónico inalámbrico) está programado en el componente de memoria *in situ* en el sitio de voladura durante la comprobación. Como alternativa, cada dispositivo de iniciación inalámbrico (o amplificador electrónico inalámbrico) tiene un código de identificación de fábrica pre-almacenado, y en el que cada identificación de grupo es un elemento de identidad separado para cada dispositivo de iniciación inalámbrico (o amplificador electrónico inalámbrico) que está programado en el componente de memoria *in situ* en el sitio de voladura.

Por ejemplo, es conocido en la técnica realizar una verificación de dispositivos de iniciación inalámbricos o detonadores cargados o localizados en el sitio de voladura antes de la iniciación de la voladura. Típicamente, se transmite una señal de verificación desde un componente del aparato de voladura (por ejemplo una máquina de voladura) a cada uno de los dispositivos de iniciación inalámbricos o detonadores, de manera que cada uno de ellos responde a la verificación enviando una señal de vuelta al componente. El fin de una verificación de este tipo es comprobar que todos los dispositivos de iniciación inalámbricos o detonadores estén presentes, operativos, y en comunicación inalámbrica apropiada con la máquina de voladura. Si las señales de verificación transmitidas mediante la máquina de voladura se codifican para reconocimiento únicamente mediante un dispositivo o detonador predeterminado, o un grupo predeterminado de dispositivos o detonadores, a continuación esto permite una oportunidad para programar aquellos dispositivos o detonadores predeterminados con una identificación de grupo. Por ejemplo, las señales de verificación pueden incluir información de identificación de dispositivo así como una identidad de grupo para cada dispositivo objetivo, de manera que la recepción y reconocimiento de una señal de verificación mediante un dispositivo objetivo da como resultado procesamiento adicional de la señal de verificación, y la ejecución de la identidad de grupo para almacenamiento mediante el dispositivo. De esta manera, cada dispositivo (o detonador) presente en el sitio de voladura puede programarse con su identificación de grupo durante el procedimiento de verificación.

En otras realizaciones, cada dispositivo puede programarse con su identificación de grupo durante la configuración del aparato de voladura en el sitio de voladura. Es conocido en la técnica usar un dispositivo de programación portátil o registrador. Típicamente, durante la configuración de un aparato de voladura, un operador de voladura coloca cada dispositivo de iniciación inalámbrico en el sitio de voladura en asociación con una carga explosiva, por ejemplo localizada abajo en una perforación pre-taladrada en la roca. Como cada dispositivo de iniciación inalámbrico se coloca en el sitio de voladura, el operador de voladura puede registrar su identidad (o al menos la identidad de su detonador de componente), y posiblemente puede registrar información adicional con respecto a la posición del detonador, etc. El registrador puede comunicar con cada dispositivo de iniciación inalámbrico mediante comunicación alámbrica o inalámbrica de corto alcance. Esta etapa en el establecimiento del aparato de voladura presenta una oportunidad muy útil para programar cada dispositivo de iniciación inalámbrico con su identificación de grupo. Por ejemplo, el registrador puede registrar cada dispositivo de iniciación inalámbrico, y mientras que se establece el enlace de comunicación con cada dispositivo, el registrador puede transmitir una señal de vuelta para informar a cada dispositivo de su identificación de grupo. Por lo tanto, como los dispositivos y sus posiciones están registrados, el operador de voladura puede asignar concurrentemente agrupaciones de dispositivo para control posterior de los grupos durante la voladura.

Independientemente de cuándo se programe la identificación de grupo en cada dispositivo, puede considerarse el paquete de datos que corresponde a la identificación de grupo, al menos en algunas realizaciones, como un sufijo a un código de identificación preexistente (por ejemplo un código de identificación programado en fábrica) para el dispositivo o detonador.

5 En cualquiera de estas diversas realizaciones la programación puede realizarse usando una o más máquinas de voladura mediante transmisión de señal inalámbrica, o mediante comunicación alámbrica o inalámbrica de corto alcance usando un dispositivo de programación portátil.

10 Cuando cada dispositivo (o amplificador) tiene un código de identificación de fábrica pre-almacenado, la programación de la identificación de grupo para cada dispositivo de iniciación inalámbrico (o amplificador electrónico inalámbrico) puede comprender: transmitir una señal de programación de identificación de grupo inalámbrica que comprende (i) un componente de código de identificación de fábrica y (ii) un componente de identificación de grupo para cada dispositivo de iniciación inalámbrico (amplificador electrónico inalámbrico); recibiendo cada dispositivo de iniciación inalámbrico (o amplificador electrónico inalámbrico) el componente de código de identificación de fábrica, comparar el código de identificación de fábrica recibido con su código de identificación de fábrica pre-almacenado; y para cada dispositivo de iniciación inalámbrico (o amplificador electrónico inalámbrico) que determina que el componente de código de identificación de fábrica corresponde con su código de identificación de fábrica pre-almacenado, almacenar en el componente de memoria el componente de identificación de grupo como una identificación de grupo. El circuito de control del dispositivo (o amplificador) puede realizar la comparación necesaria y provocar el almacenamiento del componente de identificación de grupo, según sea necesario.

25 En una variación adicional la identificación de grupo de cada dispositivo de iniciación inalámbrico (o amplificador electrónico inalámbrico) corresponde a un código de identificación programado de fábrica de cada dispositivo de iniciación inalámbrico (o amplificador electrónico inalámbrico).

De acuerdo con una realización de la presente invención el método puede comprender adicionalmente desactivar o desconectar cada dispositivo de iniciación inalámbrico (o amplificador electrónico inalámbrico) que determina que no está englobado dentro del grupo predeterminado.

30 Opcionalmente, la señal de comando inalámbrica puede incluir adicionalmente un componente de instrucción que relaciona una o más operaciones a ejecutarse mediante cada dispositivo de iniciación inalámbrico (o amplificador electrónico inalámbrico) que es parte de un grupo dirigido. Típicamente, la señal de comando inalámbrica comprende un comando seleccionado de una señal de comando para DISPARAR el dispositivo de iniciación inalámbrico (o amplificador electrónico inalámbrico), un comando para ARMAR el dispositivo de iniciación inalámbrico (o amplificador electrónico inalámbrico), un comando para DESARMAR el dispositivo de iniciación inalámbrico (o amplificador electrónico inalámbrico), un comando para ACTIVAR el dispositivo de iniciación inalámbrico (o amplificador electrónico inalámbrico), un comando para DESACTIVAR el dispositivo de iniciación inalámbrico (o amplificador electrónico inalámbrico), un comando para DESCONECTAR el dispositivo de iniciación inalámbrico (o amplificador electrónico inalámbrico), y un comando para CALIBRAR un reloj interno del dispositivo de iniciación inalámbrico (o amplificador electrónico inalámbrico).

45 Los métodos de la presente invención, al menos en sus formas más generales, pueden aplicarse a una muy amplia diversidad de técnicas y metodologías de voladura, incluyendo muchas técnicas que ya son conocidas en la técnica, pero que convencionalmente emplean sistemas de arnés cableado para control selectivo e iniciación de dispositivos en un sitio de voladura. Ejemplos de tales técnicas de voladura, y la aplicación de los métodos de la presente invención a tales técnicas, se analizará en más detalle a continuación (véase los ejemplos).

50 Sin embargo, un experto en la materia apreciará que los métodos de la presente invención no son únicamente útiles en la aplicación de los sistemas de voladura inalámbricos para las técnicas de voladura conocidas. De hecho, los métodos de la presente invención proporcionan una plataforma excelente para el desarrollo de técnicas de voladura completamente nuevas que requieren una combinación de (1) control inalámbrico de dispositivos de iniciación, y (2) control selectivo de los dispositivos en grupos en un sitio de voladura.

55 En una realización particular de la invención, se proporciona un método para controlar una pluralidad de dispositivos de iniciación inalámbricos en un sitio de voladura, cada uno en comunicación de señal inalámbrica con al menos una máquina de voladura que transmite señales de comandos inalámbricas, comprendiendo cada dispositivo de iniciación inalámbrico: al menos un detonador que comprende un circuito de disparo y una carga de base; un componente de memoria; y un receptor para recibir al menos una señal de comando inalámbrica desde la al menos una máquina de voladura, dicho receptor en comunicación de señal con cada circuito de disparo de manera que después de la recepción de una señal de comando para DISPARAR dicho circuito de disparo provoca el accionamiento de la carga de base de cada detonador; comprendiendo el método las etapas de: (1) programar cada dispositivo de iniciación inalámbrico con una identificación de grupo para almacenarse en el componente de memoria del mismo; y (2) transmitir desde la al menos máquina de voladura a los dispositivos de iniciación inalámbricos una señal de comando inalámbrica dirigida únicamente a un grupo predeterminado de dispositivos de iniciación inalámbricos, comprendiendo la señal de comando inalámbrica (i) un componente de instrucción y (ii) un

componente de identificación de grupo; (3) recibiendo cada dispositivo de iniciación inalámbrico la señal de comando inalámbrica y comparar el componente de identificación de grupo con su identificación de grupo para determinar de esta manera si cada dispositivo de iniciación inalámbrico está englobado dentro de dicho grupo predeterminado; y (4) para cada dispositivo de iniciación inalámbrico que determina positivamente en la etapa (3) que está englobado dentro de dicho grupo predeterminado, ejecutar dicho componente de instrucción de la señal de comando inalámbrica.

A continuación las características descritas con referencia a esta realización particular pueden ser aplicables, a menos que el contexto lo dicte claramente de otra manera, a los otros métodos de la invención que ya se han descrito.

Independientemente de la aplicación de los métodos desvelados en el presente documento, esta realización particular de la invención requiere:

(1) que cada dispositivo inalámbrico en el sitio de voladura sea programable con una identificación de grupo, y que cada dispositivo inalámbrico reconozca si una señal de comando inalámbrica entrante está 'etiquetada' apropiadamente con un componente de identificación de grupo correspondiente; y
(2) que cada máquina de voladura asociada pueda transmitir señales de comandos inalámbricas que incluyen cada una una 'etiqueta' apropiada, denominado de otra manera en el presente documento como un componente de identificación de grupo, para reconocimiento o de otra manera mediante cada dispositivo inalámbrico que recibe la señal.

De esta manera, los métodos de la invención permiten que se controlen dispositivos de iniciación inalámbricos en un sitio de voladura y opcionalmente se disparen en grupos separados en ausencia de conexiones físicas a una unidad de control tal como una máquina de voladura. Los grupos de dispositivos pueden localizarse en general separados entre sí, tal como en anillos ('voladura en anillo'); o en filas; o en plataformas; o en áreas; o en capas. Como alternativa, los grupos pueden estar entremezclados. Si los dispositivos incluyen detonadores, los detonadores en un grupo pueden dispararse simultáneamente, o con retardos con relación entre sí, cada detonador o conjunto correspondiente siendo programable con un tiempo de retardo. De esta manera, los detonadores pueden dispararse en grupos separados, teniendo cada grupo un patrón de voladura pre-determinado.

Los detonadores pueden pre-programarse también con códigos de identificación pre-programados individuales y / o códigos de disparo, que se programan opcionalmente tras la fabricación de los detonadores en una fábrica. Por lo tanto, en determinadas realizaciones ejemplares cualquier identificación de grupo asignada a un detonador puede opcionalmente ser además de cualquier otra identificación o códigos de disparo ya asignados a y programados en el detonador.

En otras realizaciones ejemplares uno o más grupos de detonadores pueden organizarse en una red de comunicación cruzada de dispositivos de iniciación inalámbricos como se desvela por ejemplo en la publicación de patente internacional WO06/076777.

Cada identificación de grupo programada en cada dispositivo de iniciación inalámbrico en la etapa (1) asigna de manera eficaz cada dispositivo de iniciación inalámbrico en un grupo particular. La identificación de grupo se programa en primer lugar en el dispositivo de iniciación inalámbrico. Posteriormente, la identificación de grupo se usa más tarde en conjunto con otros componentes del aparato de voladura para controlar el grupo de dispositivos de iniciación inalámbricos juntos en el sitio de voladura.

En la etapa (2) del método, el componente de instrucción de la señal de comando inalámbrica incluye típicamente los comandos 'habituales' que un dispositivo de iniciación inalámbrico se esperaría que respondiera en el campo. Tales instrucciones o comandos pueden incluir por ejemplo una señal para DISPARAR el dispositivo de iniciación inalámbrico, un comando para ARMAR el dispositivo de iniciación inalámbrico, un comando para DESARMAR el dispositivo de iniciación inalámbrico, un comando para ACTIVAR el dispositivo de iniciación inalámbrico, un comando para DESACTIVAR el dispositivo de iniciación inalámbrico, una señal de comando para ABORTAR cualquier operación del dispositivo de iniciación inalámbrico (o ABORTAR la voladura), y una señal de comando para CALIBRAR un reloj interno de un dispositivo de iniciación inalámbrico. En particular, sin embargo, y de acuerdo con las intenciones del método, cada dispositivo de iniciación inalámbrico podrá únicamente llevar a cabo y 'responder' al componente de instrucción de la señal de comando si el dispositivo de iniciación inalámbrico 'reconoce' que la señal de comando se dirige específicamente a y se pretende para ese dispositivo de iniciación inalámbrico. Este 'reconocimiento' se posibilita por medio de la etapa (1), en la cual cada dispositivo de iniciación inalámbrico se programa inicialmente con una identificación de grupo, junto con la etapa (3) en la cual cada dispositivo de iniciación inalámbrico analiza cada señal de comando inalámbrica entrante comparando un componente de identificación de grupo de la misma con su propia identificación de grupo previamente programada. Si la identificación de grupo previamente programada en el dispositivo de iniciación inalámbrico en la etapa (1) y el componente de identificación de grupo recibido en la etapa (3) corresponden, a continuación el dispositivo de iniciación inalámbrico está activado para 'responder' a la señal de comando inalámbrica llevando a cabo las instrucciones proporcionadas por medio del componente de instrucción de la señal de comando. Opcionalmente, si

un dispositivo de iniciación inalámbrico determina que su identificación de grupo previamente programada no corresponde a un componente de identificación de grupo de una señal de comando inalámbrica recibida a continuación el dispositivo de iniciación inalámbrico puede por defecto estar en desactivación temporal o permanente en la que el dispositivo está de manera efectiva en espera pendiente de la recepción de una señal de comando inalámbrica que se pretende que se accione mediante el dispositivo, o se desconecte por completo.

La identificación de grupo puede tomar cualquier forma y programarse en el dispositivo de iniciación inalámbrico de cualquier manera. En una realización ejemplar la agrupación de los dispositivos de iniciación inalámbricos puede implicar la programación de los miembros de un grupo particular con la misma identificación de grupo, estando programados miembros de diferentes grupos con diferentes identificaciones de grupo. Cada máquina de voladura asociada tiene 'conocimiento' de los grupos presentes, y las identificaciones de grupo asignadas a los mismos, para transmisión posterior de señales de comandos inalámbricas para controlar, y si se requiere disparar, los detonadores o conjuntos de detonador de cada grupo.

En otras realizaciones ejemplares cada dispositivo de iniciación inalámbrico puede programarse con una identificación de grupo que es única y específica para ese dispositivo de iniciación inalámbrico. En tales realizaciones la identificación de grupo puede estar separada o tal vez incluso ser la misma que cualquier número de identificación pre-programado (por ejemplo programado de fábrica) para cada detonador o dispositivo de iniciación inalámbrico. Bajo estas circunstancias, la agrupación de los detonadores o dispositivos de iniciación inalámbricos puede diseñarse mediante la máquina de voladura asociada y controlarse en consecuencia. Por ejemplo, una máquina de voladura u otro dispositivo puede controlar un primer grupo de dispositivos de iniciación inalámbricos como aquellos designados con las identificaciones de grupo 1 a 50, con un segundo grupo como aquellos designados con las identificaciones de grupo 51-100 y así sucesivamente. En otro ejemplo, una máquina de voladura u otro dispositivo puede designar un primer grupo de dispositivos de iniciación inalámbricos como aquellos con identificaciones de grupo con número par, con un segundo grupo como aquellos con identificaciones de grupo con número impar. Una ventaja de este tipo de disposición es que una máquina de voladura u otro dispositivo puede reorganizar o volver a diseñar las agrupaciones de los dispositivos de iniciación inalámbricos, incluso después de la configuración en el sitio de voladura, sin dificultad. Esto puede hacerse reasignando las identificaciones de grupo. Sin embargo, las señales de comandos inalámbricas producidas y transmitidas mediante las máquinas de voladuras son necesariamente más complejas puesto que una única señal de comando inalámbrica dirigida a una pluralidad de dispositivos de iniciación inalámbricos en un grupo debe incluir necesariamente todas las identificaciones de grupo para todos los conjuntos en el grupo.

La etapa (1) del método, que implica la programación de cada dispositivo de iniciación inalámbrico con una identificación de grupo, puede llevarse a cabo en cualquier momento. Por ejemplo, pueden programarse identificaciones de grupo en la fábrica después de la fabricación de los dispositivos de iniciación inalámbricos. Como alternativa, pueden programarse identificaciones de grupo justo antes de, durante o justo después de la configuración de un aparato de voladura en un sitio de voladura. Por ejemplo, en una realización cada dispositivo de iniciación inalámbrico puede colocarse en una posición deseada en el sitio de voladura, opcionalmente en asociación con una carga explosiva, e inmediatamente a continuación o poco después de la colocación del dispositivo de iniciación inalámbrico puede 'visitarse' con un dispositivo de programación portátil tal como un registrador. El registrador puede comunicar con cada dispositivo de iniciación inalámbrico mediante una conexión eléctrica directa, mediante comunicación inalámbrica de corto alcance, infrarroja o Bluetooth. De esta manera, cada dispositivo de iniciación inalámbrico o cada detonador del mismo puede programarse mediante el registrador con información tal como: una identificación de grupo, un tiempo de retardo, etc. En realizaciones adicionales, el registrador puede recuperar información acerca de cada dispositivo de iniciación inalámbrico o cada detonador asociado tal como por ejemplo, una identificación de grupo previamente programada, un número de identificación pre-programado (tal como el que se ha programado en fábrica), una posición de cada dispositivo de iniciación inalámbrico, etc. Una vez que el registrador ha visitado cada dispositivo de iniciación inalámbrico en el sitio de voladura, puede conectarse a continuación a una o más máquinas de voladura, y la información relacionada con los dispositivos de iniciación inalámbricos presentes en el sitio de voladura puede descargarse a la máquina o máquinas de voladura. Por ejemplo, cada máquina de voladura puede recibir información con respecto a cada dispositivo de iniciación inalámbrico presente en el sitio de voladura de modo que pueda obtener una 'imagen' global del sitio de voladura incluyendo las posiciones relativas de los dispositivos de iniciación inalámbricos presentes, sus tiempos de retardo, y sus agrupaciones. En realizaciones seleccionadas, la máquina de voladura puede tener la opción, una vez en posesión de esta información, para reasignar agrupaciones de detonador por ejemplo para conseguir una voladura más eficaz y efectiva.

Por lo tanto, en ciertas realizaciones la configuración de dispositivos de iniciación inalámbricos y el al menos un aparato de voladura en el sitio de voladura puede implicar una fase de colocación para la colocación del dispositivo, de manera que la etapa (1) de programación comprende las etapas de:

(1a) colocar cada dispositivo de iniciación inalámbrico en una posición deseada en el sitio de voladura; y

(1b) programar cada dispositivo de iniciación inalámbrico mediante comunicación alámbrica o inalámbrica de corto alcance desde un dispositivo de programación portátil con una identificación de grupo.

En otras realizaciones seleccionadas, la etapa (1) del método puede tener lugar después de la configuración del aparato de voladura en el sitio de voladura, y la colocación de los dispositivos de iniciación inalámbricos. Por ejemplo, una vez que se ha establecido un aparato de voladura en un sitio de voladura típicamente puede experimentar una “comprobación de estado” antes de ejecutar el evento de voladura para comprobar que todos los componentes del aparato de voladura (incluyendo todos los dispositivos de iniciación inalámbricos y máquinas de voladura) están activos, operan apropiadamente, y en comunicación inalámbrica total entre sí. Durante esta fase inicial cada máquina de voladura puede realizar una verificación de dispositivos de iniciación inalámbricos asociados, en la cual se transmite una señal de verificación o de comprobación mediante cada máquina de voladura a cada dispositivo de iniciación inalámbrico asociado, y cada dispositivo de iniciación inalámbrico ‘responde’ para confirmar que todo está bien (o de otra manera). Este tipo de verificación presenta una oportunidad útil para programar cada dispositivo de iniciación inalámbrico con una identificación de grupo. Por ejemplo, cada señal de verificación transmitida mediante una máquina de voladura puede comprender o estar acompañada de un número de identificación de dispositivo de iniciación inalámbrico (de modo que cada señal de verificación puede dirigirse apropiadamente y reconocerse mediante su dispositivo de iniciación inalámbrico pretendido). Cada señal de verificación puede incluir adicionalmente un componente adicional por medio de un componente de programación de identificación de grupo para recepción y procesamiento mediante cada dispositivo de iniciación inalámbrico. Por ejemplo, cuando un dispositivo de iniciación inalámbrico particular recibe una señal de verificación, puede comparar en primer lugar el componente de identificación de dispositivo de iniciación inalámbrico de la señal con su propio número de identificación previamente programado (por ejemplo programado de fábrica) para determinar si se supone que reacciona a la señal de verificación. Cuando el dispositivo de iniciación inalámbrico determina positivamente que debe responder a la señal de verificación (puesto que se pretende para ese dispositivo de iniciación inalámbrico particular) el dispositivo de iniciación inalámbrico puede a continuación recibir y procesar el componente de programación de identificación de grupo adicional para de esta manera conseguir la etapa (1) del método. De esta manera, cada máquina de voladura puede responsabilizarse de programar cada uno de sus dispositivos de iniciación inalámbricos asociados con una identificación de grupo.

Por lo tanto, en ciertas realizaciones ejemplares de la invención cada dispositivo de iniciación inalámbrico puede tener programado en el mismo un código de identificación programado de fábrica, de manera que la identificación de grupo es un elemento de identidad secundario para cada dispositivo de iniciación inalámbrico programado *in situ* en el sitio de voladura. De acuerdo con tales realizaciones, la etapa (1) de programación puede descomponerse en las etapas de:

(1a) transmitir desde dicha al menos una máquina de voladura a cada dispositivo de iniciación inalámbrico de una señal de programación de identificación de grupo que comprende (i) un componente de código de identificación pre-programado y (ii) un componente de identificación de grupo;

(1b) recibir y comparar cada dispositivo de iniciación inalámbrico y el componente de código de identificación pre-programado a su código de identificación pre-programado; y

(1c) para cada dispositivo de iniciación inalámbrico que determina positivamente en la etapa (1b) que el componente de código de identificación pre-programado corresponde a su código de identificación pre-programado, almacenar dicho componente de identificación de grupo como una identificación de grupo en dicho componente de memoria.

Volviendo ahora a la etapa (2) del método, que implica transmitir una señal de comando inalámbrica desde la al menos una máquina de voladura a los dispositivos de iniciación inalámbricos, debería observarse que puede utilizarse cualquier forma de señalización inalámbrica. Típicamente, tales señales de comandos inalámbricas pueden comprender una forma de energía electromagnética tal como ondas de radio, luz visible (por ejemplo luz laser) UV etc. Son particularmente preferidas las ondas de radio, y para aplicaciones que implican colocación subterránea de dispositivos inalámbricos y señalización a través de la roca, pueden preferirse señales de radio LF, VLF o ELF. Otras formas de energía pueden usarse para señalización inalámbrica, incluyendo pero sin limitación energía acústica. Adicionalmente, el componente instruccional de cada señal de comando inalámbrica puede proporcionar cualquier forma de instrucciones a un dispositivo de iniciación inalámbrico u otro dispositivo inalámbrico en el sitio de voladura. Tales instrucciones pueden incluir, pero sin limitación, instrucciones para calibrar un reloj interno del dispositivo, instrucciones para ARMAR, DESARMAR, DISPARAR, DESCONECTAR, ACTIVAR, DESACTIVAR, SINCRONIZAR o REACTIVAR el dispositivo, o instrucciones para ABORTAR una secuencia de disparo ya activada.

En las etapas (3) y (4) del método cada dispositivo de iniciación inalámbrico hace una comparación entre un componente de identificación de grupo recibido (que es una parte de componente de la señal de comando inalámbrica) y una identificación de grupo previamente programada almacenada en la memoria del conjunto. Si estas corresponden entonces esto proporciona la verificación positiva de que el dispositivo de iniciación inalámbrico está englobado dentro de un grupo de dispositivos de iniciación inalámbricos a los que se pretende y dirige la señal de comando inalámbrica, por lo que el dispositivo de iniciación inalámbrico puede tomar la acción basándose en el componente instruccional de la señal de comando. Sin embargo, cualquier método de la presente invención puede incluir la etapa adicional de desactivar o desconectar de otra manera cada dispositivo de iniciación inalámbrico que no está englobado dentro del grupo. De esta manera, pueden activarse dispositivos de iniciación inalámbricos y opcionalmente desactivarse en grupos de acuerdo con si están englobados dentro o fuera de un grupo

predeterminado de dispositivos en el sitio de voladura. La activación de dispositivos de iniciación inalámbricos seleccionados, y la desactivación u otros dispositivos de iniciación inalámbricos en el sitio de voladura puede tener lugar de manera simultánea, secuencial o en cualquier orden.

5 Debería observarse que cada identificación de grupo puede tomar cualquier forma que permita que una identificación de grupo se diferencie con otra. Por ejemplo, cada identificación de grupo puede comprender caracteres numéricos, alfanuméricos u otros. Las identificaciones de grupo pueden comprender adicionalmente base binaria, decimal, hexadecimal o cualquier otra. La identificación de grupo adicional puede comprender cualquier número de bits, aunque puede preferirse de 4 a 8 bits en algunos casos para proporcionar una señal lo suficientemente compleja para diferenciación de identificación de grupo, y no demasiado compleja para transmisión, por ejemplo, a través de la roca.

15 Opcionalmente, el dispositivo de iniciación inalámbrico puede tomar la forma de un amplificador electrónico inalámbrico que comprende adicionalmente por ejemplo una carga explosiva en asociación operativa con cada detonador, de manera que el accionamiento de cada carga de base provoca el accionamiento de cada carga explosiva asociada. Tales amplificadores electrónicos inalámbricos puede tener configuraciones alternativas o incluir otros componentes, y se desvelan por ejemplo en la publicación de patente internacional WO07/124539.

20 Por lo tanto, en otra realización particular se proporciona un método para controlar una pluralidad de amplificadores electrónicos inalámbricos en un sitio de voladura, cada uno en comunicación de señal inalámbrica con al menos una máquina de voladura que transmite señales de comandos inalámbricas, comprendiendo cada amplificador electrónico inalámbrico: al menos un detonador que comprende un circuito de disparo y una carga de base; un componente de memoria; un receptor para recibir al menos una señal de comando inalámbrica desde la al menos una máquina de voladura, dicho receptor en comunicación de señal con cada circuito de disparo de manera que tras la recepción de una señal de comando para DISPARAR dicho circuito de disparo provoca el accionamiento de la carga de base de cada detonador; y opcionalmente una carga explosiva en asociación operativa con cada detonador, de manera que el accionamiento de cada carga de base provoca el accionamiento de cada carga explosiva asociada; comprendiendo el método las etapas de: (1) programar cada amplificador electrónico inalámbrico con una identificación de grupo a almacenarse en el componente de memoria del mismo; y (2) transmitir desde la al menos máquina de voladura a los amplificadores electrónicos inalámbricos una señal de comando inalámbrica dirigida únicamente a un grupo predeterminado de amplificadores electrónicos inalámbricos, comprendiendo la señal de comando inalámbrica (i) un componente de instrucción y (ii) un componente de identificación de grupo; (3) recibiendo cada amplificador electrónico inalámbrico la señal de comando inalámbrica y comparando el componente de identificación de grupo con su identificación de grupo para determinar de esta manera si cada amplificador electrónico inalámbrico está englobado dentro de dicho grupo predeterminado; y (4) para cada amplificador electrónico inalámbrico que determina positivamente en la etapa (3) que está englobado dentro de dicho grupo predeterminado, ejecutar dicho componente de instrucción de la señal de comando inalámbrica. Se apreciará que aspectos y características adicionales de los métodos de la invención ya descritos pueden ser aplicables en el contexto de este método relacionado con el uso de los amplificadores electrónicos inalámbricos.

45 La invención se describirá adicionalmente ahora con referencia diversos ejemplos y figuras correspondientes. Estos ejemplos y figuras son meramente ilustrativos de realizaciones preferidas de la invención, en parte para demostrar la amplia diversidad de las técnicas de voladura a las que la invención puede aplicarse de manera satisfactoria y útil en el campo. Muchos otros métodos y técnicas de voladura que emplean señalización inalámbrica pueden también realizarse de acuerdo con las enseñanzas del presente documento.

EJEMPLO 1 - opciones de diseño de protocolo para voladura selectiva en grupos

50 De acuerdo con realizaciones seleccionadas de la presente invención, un aparato de voladura que emplea dispositivos de iniciación inalámbricos puede establecerse en un sitio de voladura. Como se ha analizado, los dispositivos de iniciación inalámbricos pueden tomar cualquier forma, incluyendo amplificadores electrónicos inalámbricos, o dispositivos de iniciación inalámbricos que incluyen opcionalmente cajas superiores. Las identificaciones de grupo pueden pre-programarse en los dispositivos de iniciación inalámbricos antes de la colocación en el sitio de voladura. Por lo tanto, están disponibles diversas opciones de protocolo para programar los dispositivos con identificaciones de grupo, seguido por la voladura selectiva.

60 Típicamente, durante un evento de voladura cada dispositivo de iniciación inalámbrico en el sitio de voladura puede ponerse en contacto varias veces mediante un dispositivo de comunicación asociado tal como una máquina de voladura. Las señales inalámbricas correspondientes transmitidas a los dispositivos pueden incluir, pero sin limitación, señales de comandos para:

COMPROBACIÓN DE ESTADO (para confirmar que el dispositivo está operando normalmente);

65 CALIBRACIÓN (para calibrar los relojes internos de los dispositivos);
SEÑAL DE PROGRAMACIÓN DE TIEMPO DE RETARDO (para programar tiempos de retardo);

ARMAR (para armar los dispositivos listos para recibir una señal de iniciación);

DISPARAR (para iniciar los dispositivos armados);

5 en las que al menos las tres señales / etapas iniciales pueden transmitirse o realizarse en cualquier orden.

10 El protocolo para controlar un aparato de voladura puede diseñarse de acuerdo con los requisitos de control selectivo e iniciación de dispositivos en el sitio de voladura. Por ejemplo, las normativas del sitio de voladura pueden requerir que únicamente se inicie a la vez un cierto número de dispositivos, por ejemplo para reducir vibraciones del suelo no deseadas. En algunas circunstancias puede ser deseable 'etiquetar' cada y toda señal de comando con un componente de identificación de grupo correspondiente para recepción y análisis mediante cada dispositivo de iniciación inalámbrico, en el que cada dispositivo únicamente responderá y actuará de acuerdo con los requisitos de la señal de comando si el componente de identificación de grupo de cada señal de comando recibida corresponde con la identificación de grupo del dispositivo.

15 Sin embargo, por motivos de simplicidad no es necesario para cada y toda señal de comando que se etiquete con un componente de identificación de grupo. Por ejemplo, protocolos seleccionados pueden requerir únicamente que la señal ARMAR incluya un componente de identificación de grupo. En este escenario el protocolo para la comunicación entre la máquina de voladura y los dispositivos tendría lugar como sigue:

20 señal de COMPROBACIÓN DE ESTADO para todos los dispositivos en el sitio de voladura para confirmar que todos los dispositivos presentes están operando normalmente;

25 señal de CALIBRACIÓN a todos los dispositivos en el sitio de voladura para calibrar los relojes internos de los dispositivos;

SEÑAL DE PROGRAMACIÓN DE TIEMPO DE RETARDO a cada dispositivo en el sitio de voladura para programar tiempos de retardo para los dispositivos;

30 señal de ARMAR que incluye el COMPONENTE DE IDENTIFICACIÓN DE GRUPO para armar un grupo seleccionado de los dispositivos listos para recibir una señal de iniciación;

35 La señal de DISPARAR se transmite y recibe universalmente mediante todos los dispositivos, pero únicamente procesada por aquellos dispositivos que ya se han armado, dispositivos que se seleccionaron previamente debido a la señal de ARMAR que incluye un componente de identificación de grupo, de esta manera para iniciar el grupo seleccionado de dispositivos.

40 Como alternativa, puede etiquetarse la señal de DISPARAR en lugar de la señal de ARMAR con un componente de identificación de grupo asociado. Este protocolo puede preferirse cuando sea deseable ARMAR todos los dispositivos con una señal de ARMAR, y a continuación dejar la selección de aquellos dispositivos para que se inicien mediante una señal de DISPARAR hasta la última etapa del protocolo.

45 De acuerdo con tales protocolos existen varias oportunidades para que cada dispositivo inalámbrico se rechace de un evento de voladura. Por ejemplo, el rechazo puede tener lugar cuando la comprobación de estado indica que un dispositivo no está funcionando apropiadamente, o si un dispositivo no es sensible completamente a calibración apropiada o programación de tiempo de retardo. Adicionalmente un dispositivo puede rechazarse de un evento de voladura si el dispositivo no está en el grupo preseleccionado para una etapa particular de la voladura, por ejemplo si el dispositivo no tiene una identificación de grupo que corresponde al componente de identificación de grupo de las señales de ARMAR o DISPARAR (u otras señales). Por lo tanto, se ponen en marcha múltiples comprobaciones en cualquier protocolo dado para asegurar (1) funcionalidad apropiada de cada dispositivo, y (2) selección apropiada de cada dispositivo en un grupo particular de dispositivos seleccionados para iniciación en cualquier momento dado.

50 Protocolos aún adicionales pueden requerir que la comprobación de identificación de grupo se realice antes de cualquiera de la COMPROBACIÓN DE ESTADO, CALIBRACIÓN, PROGRAMACIÓN DE TIEMPO DE RETARDO, u otras etapas en el protocolo. Tales protocolos pueden ser útiles para simplificar la comunicación posterior con los dispositivos de iniciación, puesto que el grupo de dispositivos se pre-seleccionará de manera eficaz antes de que se lleve a cabo cualquier comprobación de estado y calibraciones de reloj.

55 La naturaleza y diseño de cada protocolo de voladura dependerá de diversos factores que afectan a los dispositivos de iniciación inalámbricos y componentes asociados incluyendo máquinas de voladura. Por ejemplo, el diseño de cada protocolo dependerá de si las señales inalámbricas se transmiten por encima del suelo o a través de la roca, o dependerá de la roca a volar, o del entorno del sitio de voladura o de dispositivos localizados en el sitio de voladura.

60 Ejemplos posteriores analizarán diversas aplicaciones de campo de voladura selectiva de dispositivos de iniciación inalámbricos, y las circunstancias de cada aplicación de campo influenciarán también el diseño y aplicación del protocolo. Independientemente del campo de aplicación y de naturaleza precisa del protocolo a usarse, los métodos

65

de la presente invención permiten que los operadores de voladura taladren y carguen perforaciones para varios ciclos de voladura a la vez.

Los operadores de voladura pueden a continuación retirarse ellos mismos de las cercanías del sitio de voladura, y ejecutar cada 'ciclo' o fase de la voladura desde una localización remota sin necesidad de volver a visitar el sitio de voladura entre los ciclos, con beneficios de seguridad evidentes. Adicionalmente, estableciendo varios ciclos de voladura a la vez los métodos de la presente invención permiten el establecimiento de voladuras muy grandes usando los dispositivos de iniciación inalámbricos, descomponiéndose la voladura en varias etapas separadas de acuerdo con la agrupación de los dispositivos de iniciación inalámbricos.

Las disposiciones de voladura cableadas tradicionales presentan aún desafíos adicionales para voladuras muy grandes. Longitudes de alambre abundantes en el sitio de voladura pueden dar como resultado altos niveles de fuga de corriente, resistencia, capacitancia, ruido eléctrico etc., en las conexiones alámbricas e inalámbricas. En contraste, los métodos de la invención proporcionan excelentes oportunidades para controlar y ejecutar eventos de voladura muy grandes usando tal vez muchos grupos de dispositivos de iniciación inalámbricos. La ausencia completa de alambres en el sitio de voladura (al menos entre una máquina de voladura y los dispositivos de iniciación) evita todos estos problemas anteriormente descritos con respecto a fuga de corriente, resistencia, capacitancia, ruido eléctrico etc., que son intrínsecos a disposiciones cableadas mayores. Por lo tanto, los métodos de la presente invención, al menos en realizaciones seleccionadas, facilitan el establecimiento y ejecución de eventos de voladura muy grandes que implican docenas, cientos o incluso miles de dispositivos de iniciación, controlados de manera selectiva en grupos mediante señales inalámbricas.

EJEMPLO 2 - voladura superficial de dispositivos de iniciación inalámbricos en grupos

Ciertas realizaciones ejemplares de los métodos de la presente invención pueden aplicarse a técnicas de voladura superficial. Se describirán ejemplos seleccionados con referencia a la Figura 1, que ilustra esquemáticamente una vista en perspectiva de la superficie de un área de suelo en la que se han establecido las perforaciones 10 en un área del suelo 11. El área 11 se divide en cuatro secciones A, B, C y D conteniendo cada una una pluralidad de perforaciones, conteniendo cada perforación un dispositivo de iniciación inalámbrico. Opcionalmente una caja superior (no mostrada) del tipo que es conocido en la técnica, puede extenderse cerca o por encima de la superficie del suelo en cada perforación, con medios de comunicación que se extienden desde cada caja superior a otros componentes de un dispositivo de iniciación inalámbrico que incluye un detonador (no mostrado) localizado abajo de la perforación.

Los métodos de la presente invención permiten control e iniciación selectiva de los dispositivos de iniciación inalámbricos en grupos en el sitio de voladura. Por ejemplo, pueden transmitirse señales de comandos para ARMAR únicamente aquellos dispositivos de iniciación inalámbricos localizados en las áreas A y C del sitio de voladura, de modo que los dispositivos en estas áreas pueden indicarse en una etapa separada a la voladura comparándose con aquellas en las áreas B y D. Como alternativa, un operador de voladura puede elegir en primer lugar controlar e iniciar de manera selectiva únicamente aquellos dispositivos en el área C, y dependiendo de la fragmentación y el lanzamiento de la roca fragmentada puede únicamente realizar a continuación una decisión con respecto al siguiente área del suelo a volar.

Por lo tanto, los métodos de la presente invención permiten que toda el área del suelo 11 se vuele en etapas, seleccionando el operador de voladura un grupo de dispositivos de iniciación inalámbricos a iniciarse para cada etapa de la voladura. De esta manera, el sitio de voladura puede establecerse con un número muy grande de dispositivos inalámbricos, y aún estos dispositivos se dividen e inician por separado en grupos controlables: esto ha sido difícil o imposible de conseguir hasta la fecha con sistemas de iniciación inalámbricos para minería. No únicamente se reducen las vibraciones del suelo (puesto que la voladura se realiza en etapas) sino se elimina virtualmente la necesidad de volver a visitar el sitio de voladura entre las etapas de la voladura, dando como resultado por lo tanto en ventajas de seguridad significativas.

Cada una de las áreas A, B, C y D puede volarse en milisegundos, segundos, minutos, horas o días de diferencia dependiendo de la operación de voladura. Adicionalmente, los dispositivos dentro de cada área pueden programarse con tiempos de retardo individuales de la manera habitual para conseguir un patrón de voladura deseado dentro de cada área del terreno.

El presente EJEMPLO ilustra por lo tanto la seguridad y flexibilidad de voladura selectiva de dispositivos de iniciación inalámbricos en grupos en un sitio de voladura. Las ventajas de los métodos de la presente invención se extienden más allá de la mera ausencia de alambres colgantes. La direccionalidad selectiva e iniciación de dispositivos de iniciación inalámbricos en un sitio de voladura presenta una etapa significativa hacia voladura electrónica inalámbrica y abre puertas a eventos de voladura mucho mayores que emplean dispositivos de iniciación inalámbricos.

EJEMPLO 3 - calibración de reloj de amplificadores electrónicos inalámbricos situados subterráneos

Los métodos de la presente invención pueden aplicarse tanto a técnicas de minería de superficie como minería subterránea. Por ejemplo, los métodos de la invención pueden aplicarse a amplificadores electrónicos inalámbricos tales como aquellos desvelados por ejemplo en el documento WO2007/124539. Se han desarrollado técnicas para calibración de reloj de tales amplificadores electrónicos inalámbricos cuando se sitúan subterráneos para voladura subterránea, incluso aunque tales señales de calibración deban transmitirse a través de la roca (véase por ejemplo el documento WO2007/124538). Tales señales complejas son difíciles de transmitir satisfactoriamente sin interferencia a través de la roca. Sin embargo, debería observarse que incluso las señales de calibración transmitidas a través de la roca (o de hecho otras señales de comandos inalámbricas transmitidas a través de la roca) son susceptibles de 'etiquetarse' mediante un componente de identificación de grupo. El componente de identificación de grupo puede ser muy simple de hecho, y en su forma más simple puede comprender, por ejemplo, un único dígito o bit de información, que puede asociarse fácilmente con una calibración de reloj u otra señal, y transmitirse satisfactoriamente a través de la roca a dispositivos localizados subterráneos en el sitio de voladura.

Por lo tanto de acuerdo con las enseñanzas del presente documento, pueden controlarse e iniciarse de manera selectiva los dispositivos de iniciación inalámbricos independientemente de su posición con relación a su fuente de señales de comandos. El control selectivo preciso de grupos de dispositivos de iniciación inalámbricos, incluyendo amplificadores electrónicos inalámbricos localizados subterráneos, puede conseguirse de acuerdo con los métodos de la invención.

EJEMPLO 4 - voladura en anillo con iniciación selectiva de dispositivos de iniciación inalámbricos

Las técnicas de voladura en anillo, más particularmente para voladura subterránea, son bien conocidas en la técnica como se desvela por ejemplo en la Patente de Estados Unidos 4.601.518. Típicamente, la voladura en anillo es una técnica usada para extraer mineral desde un estrato subterráneo. La Figura 2a ilustra esquemáticamente una vista en alzado frontal de una pared de roca a volar, mostrada en general en el área 20. En una etapa inicial, la región central puede retirarse opcionalmente mediante una voladura más pequeña o perforando en la pared de la roca para formar de esta manera una cavidad 21. La cavidad es adecuada para recibir roca desalojada y fragmentada de la iniciación posterior de materiales explosivos en el "anillo" circundante de las perforaciones 22, y dispositivos de iniciación asociados. Por lo tanto, el accionamiento de los detonadores y sus cargas explosivas asociadas en las perforaciones provoca fragmentación y movimiento de roca generalmente 'hacia dentro' hacia la cavidad 21 (es decir en la dirección de las flechas 23), para fragmentar y desalojar de esta manera la roca en el área 20, para exponer una nueva pared de roca por encima. La presencia de una cavidad 21 es particularmente preferido si todos los detonadores y cargas explosivas asociadas en el anillo se han de accionar en o cerca al mismo tiempo. Las técnicas de voladura de anillo se usan también en voladura de túnel para formar un túnel a través de o en la roca.

Puede observarse también que los dispositivos de iniciación en las perforaciones 22 pueden programarse con tiempos de retardo de modo que se inician en un patrón deseado para 'voladura rotacional'. Un primer detonador en una primera posición es el primero en accionar, y a continuación otros detonadores accionan progresivamente en una dirección en el sentido de las agujas del reloj o en el sentido contrario de las agujas del reloj alrededor del anillo (véase la flecha 24). La voladura rotacional puede preferirse en algunos casos para provocar fragmentación y movimiento de roca mejorado.

Puede ser deseable también usar dispositivos de iniciación inalámbricos tales como amplificadores electrónicos inalámbricos para voladura en anillo subterránea. Los amplificadores electrónicos inalámbricos pueden comprender una carcasa robusta que es resistente a las fuerzas del proceso de voladura.

La Figura 2b proporciona una vista en perspectiva para ilustrar cómo puede llevarse a cabo una voladura en anillo o la voladura rotacional usando más de un anillo de perforaciones adyacentes, 22a, 22b rodeando cada uno una cavidad asociada 21 a, 21b (cada cavidad 21a, 21b se muestra extendiéndose de vuelta en la cara 20a, 20b). Las ventajas de los métodos de la presente invención para voladura en anillo son por lo tanto evidentes. Mediante los métodos inventados, cada anillo de perforaciones y dispositivos de iniciación inalámbricos asociados pueden controlarse e iniciarse por separado desde por encima del suelo. Por ejemplo el anillo de perforaciones 22a en el área 20a en la Figura 2b puede iniciarse en primer lugar usando tiempos de retardo para conseguir una voladura rotacional. A continuación, después de varios segundos, minutos o incluso horas, puede iniciarse el segundo anillo de perforaciones 22b en el área 20b en la Figura 2b, de nuevo usando tiempos de retardo para conseguir una voladura rotacional. Aunque no se ilustra, pueden accionarse aún más anillos de perforaciones y cargas explosivas asociadas de manera selectiva en grupos como parte de la disposición de voladura.

Por lo tanto, los métodos de la presente invención, en los que pueden controlarse e iniciarse de manera selectiva grupos de dispositivos de iniciación inalámbricos, pueden aplicarse de manera útil a técnicas de voladura en anillo para minería subterránea. Múltiples voladuras en anillo por debajo del suelo pueden controlarse ahora desde por encima del suelo mediante señalización inalámbrica a través de la roca.

EJEMPLO 5 - *Iniciación selectiva de dispositivos de iniciación inalámbricos para una Stratablast*

Este EJEMPLO ilustra cómo los métodos de la presente invención ofrecen ventajas significativas a aquellos que desean realizar una Stratablast. La técnica Stratablast se desvela por ejemplo en la publicación de patente internacional WO2005/052499. Una Stratablast es una técnica de voladura para acceder y fragmentar un estrato de mineral recuperable deseado que existe debajo de una sobrecarga de roca expuesta que tiene al menos una cara libre de roca en el nivel del estrato mineral. Por ejemplo, se ilustra una Stratablast esquemáticamente en la Figura 3, donde la capa de sobrecarga se muestra como la carga 30, y el estrato mineral deseado se muestra como la capa 31. La superficie 32 representa la superficie del suelo, u otra superficie tal vez localizada subterránea. Las perforaciones 33 se taladran en la sobrecarga 30, extendiéndose algunas de las perforaciones 33a más allá en el estrato mineral 31. Las perforaciones se rellenan al menos parcialmente con material explosivo, y cada perforación se asocia posteriormente con un dispositivo de iniciación que comprende un detonador. De manera convencional, cada detonador está conectado mediante alambres de bus de vuelta a una unidad de control tal como una máquina de voladura.

De acuerdo con las enseñanzas del documento WO2005/052499 todos los detonadores se accionan en un único ciclo de voladura, con estos detonadores en las perforaciones 33a (es decir extendiéndose aquellas perforaciones abajo en el estrato mineral) retardándose al menos 500 ms con relación a aquellos detonadores en las otras perforaciones (es decir aquellas perforaciones que no se extienden abajo en el estrato mineral). De esta manera, los materiales explosivos en las perforaciones 33 se iniciarán en primer lugar para fragmentar y lanzar la sobrecarga en general en la dirección 35 de la cara libre 34, y lejos del estrato mineral 31. Muy poco después de que la sobrecarga se haya 'lanzado' los detonadores en las perforaciones 33a restantes se inician, para fragmentar de esta manera el estrato de mineral 31 ahora expuesto. De esta manera, la sobrecarga se lanza a un lado para exponer el estrato mineral, y el estrato mineral se fragmenta posteriormente, todo en un único ciclo de voladura sin necesidad de volver a visitar el sitio de voladura y volver a establecer las cargas.

Hasta la fecha, las técnicas de Stratablast han utilizado detonadores conectados a una máquina de voladura mediante conexiones físicas tales como alambres eléctricos. Se envía una señal de iniciación a todos los detonadores simultáneamente mediante los alambres físicos. Posteriormente los detonadores cuentan hacia atrás sus tiempos de retardo individuales para la iniciación, usando cada uno una fuente de alimentación interna (por ejemplo un condensador). De manera inevitable, una Starblast 'tradicional' requiere configuración compleja de alambres y conexiones físicas en el sitio de voladura.

En contraste, los métodos de la presente invención posibilitan que los dispositivos de iniciación inalámbricos (por ejemplo amplificadores electrónicos inalámbricos) se usen de manera eficaz para técnicas de Stratablast. Mediante las enseñanzas del presente documento, es posible cargar cada perforación con un dispositivo de iniciación inalámbrico. Posteriormente, aquellos dispositivos de iniciación inalámbricos localizados en las perforaciones 33a (es decir aquellas perforaciones que se extienden en el estrato mineral) pueden programarse y controlarse como un grupo separado desde los dispositivos de iniciación inalámbricos localizados en las perforaciones 33 (es decir aquellas perforaciones que no se extienden en el estrato mineral). En otras palabras, los métodos de la presente invención facilitan la aplicación de dispositivos de iniciación inalámbricos para técnicas Stratablast, en el que los dispositivos de iniciación inalámbricos pueden controlarse de manera selectiva en el sitio de voladura de acuerdo con la capa de roca en la que residen.

Como una ventaja adicional, los métodos de la presente invención permiten a la sobrecarga a 'lanzar' y al estrato mineral a fragmentar en dos eventos temporalmente distintos que no son necesariamente en un único ciclo de voladura. De acuerdo con la voladura selectiva de la presente invención, la sobrecarga puede 'lanzarse' en primer lugar mediante el accionamiento del grupo de dispositivos de iniciación inalámbricos en las perforaciones 33. La eficacia de la fragmentación y lanzamiento de la sobrecarga desde el estrato mineral puede a continuación evaluarse (por ejemplo usando cámaras remotas, etc.) antes de la iniciación selectiva del segundo grupo de dispositivos de iniciación inalámbricos en las perforaciones 33a para fragmentar el estrato mineral expuesto.

Los métodos de la presente invención presentan ventajas aún adicionales a las técnicas Stratablast. Como se ha analizado anteriormente, una Starblast 'tradicional' emplea una disposición cableada de detonadores en la que se envía una señal de iniciación a todos los detonadores simultáneamente mediante los alambres físicos. Posteriormente, los detonadores operan y cuentan hacia atrás sus tiempos de retardo individuales, alimentados mediante sus condensadores internos. Típicamente, cada condensador interno puede tener carga para alimentar cada detonador durante únicamente un periodo de tiempo muy limitado (por ejemplo de 9 a 14 segundos). Como resultado, todos los detonadores en el sitio de voladura deben completar su cuenta a atrás e iniciar dentro de este corto intervalo. Se deduce que el movimiento de la roca desde la iniciación de los dispositivos en las perforaciones 33 (para lanzar la sobrecarga) puede no tener tiempo para establecerse antes de que se inicien los dispositivos en las perforaciones 33a (para fragmentar la capa deseada de mineral). En contraste directo, la presente invención implica el uso de dispositivos de iniciación inalámbricos, que incluyen cada uno una fuente de alimentación suficiente para alimentar cada dispositivo durante un periodo significativo de tiempo en el sitio de voladura (por ejemplo tal vez unas pocas horas o más). Por lo tanto, las características intrínsecas de los dispositivos de iniciación inalámbricos, y en particular las fuentes de alimentación internas para los dispositivos, proporcionan un periodo extendido para el

control e iniciación del dispositivo. Se deduce que la iniciación de cada grupo de dispositivos de iniciación inalámbricos (en las perforaciones 33 y 33a) puede espaciarse temporalmente en varios segundos, minutos o incluso horas según se desee. De esta manera, la sobrecarga fragmentada y lanzada puede establecerse por completo antes de que la capa deseada de mineral se fragmente a continuación. Esto a su vez puede ayudar a reducir la contaminación del mineral fragmentado con la sobrecarga fragmentada.

EJEMPLO 6 - *Perforación de media sección con iniciación selectiva de dispositivos de iniciación inalámbricos*

La técnica de perforación de media sección es un método de perforación de un pozo desvelado por ejemplo en la patente australiana 768.956. La técnica se describe en este punto brevemente con referencia a la Figura 4.

Cuando se vuela roca es ventajoso que un hueco en la roca o una cara libre de roca esté presente para permitir que la roca en fragmentación se mueva en el espacio del hueco, o el espacio adyacente al espacio libre. De esta manera, la roca se fragmenta eficazmente y está fácilmente situada para retirada del sitio de voladura sin dificultad. Sin embargo, cuando se perfora un nuevo pozo en la roca no hay hueco o cara libre para fragmentación de roca, movimiento y retirada, y esto puede presentar un problema significativo. El método de perforación de media sección satisface este problema perforando de manera eficaz el pozo en dos mitades, e intenta conseguir una cara libre en al menos un lado del pozo a medida que se perfora en etapas. Inicialmente las perforaciones se taladran en la superficie de la roca a través de un área 26 sobre una primera mitad del pozo, y se realiza una voladura inicial (Figura 4a). Algo de la roca suelta 30 se retira a continuación mediante técnicas de limpieza convencionales, creando de esta manera un banco 32 y un sumidero 34, como puede observarse en la Figuras 4b y 4c. A continuación, se taladran perforaciones en la segunda mitad 36 del futuro pozo, que corresponde al banco 32 como puede observarse en la Figura 4d. La detonación provoca que la roca suelta 38 se lance hacia el sumidero 34 como puede observarse mejor en la Figura 4e. La roca suelta se limpia mediante técnicas convencionales para crear un nuevo banco 40 y un nuevo sumidero 42 como puede observarse en la Figura 4f. Se pueden realizar ciclos adicionales para hundir el pozo como se muestra en las Figuras 4g y 4h.

Usando técnicas de voladura tradicionales, cada evento de voladura para cada mitad del pozo (por ejemplo como se muestra en la Figura 4d) puede implicar un único ciclo de voladura para volar la siguiente columna de roca (ilustrado como que es 5 metros de profundidad en la Figura 4d). En contraste, los métodos de la presente invención permiten voladura de grupos de dispositivos de iniciación inalámbricos en etapas. Por ejemplo, las realizaciones ilustradas en la Figura 4d podrían dividirse en su lugar en dos secciones de una manera similar a las técnicas Stratablast, con una primera sección que se extiende únicamente tan lejos como la base del sumidero 34 (es decir el banco 40 en la Figura 4f), y una segunda sección que se extiende todo el camino debajo de la profundidad de 5 metros mostrada en la Figura 4d. Por lo tanto, como para el ejemplo 5 las perforaciones pueden cargarse todas con material explosivo asociado con un dispositivo de iniciación inalámbrico, controlándose e iniciándose de manera selectiva los dispositivos en la primera sección como una primera etapa de la voladura (para fragmentar la roca inmediatamente adyacente al sumidero 34, y para mover la roca fragmentada a la izquierda y en el sumidero 34) seguido por la iniciación de los dispositivos de iniciación inalámbricos en las segundas secciones de las perforaciones que se extienden la profundidad de 5 metros totales (para fragmentar la roca en el lado derecho del pozo, que puede limpiarse para formar un nuevo sumidero).

De esta manera, la iniciación selectiva de los dispositivos de iniciación inalámbricos en grupos presenta ventajas significativas a la técnica de voladura de perforación de media sección. De hecho, la aplicación de los métodos de la presente invención para perforación de media sección se espera que mejore drásticamente la eficacia del movimiento y fragmentación de roca, dando como resultado por lo tanto una velocidad incluso más rápida de perforación de pozo que la previamente conseguible. Como se ha mencionado para otros ejemplos, los métodos de la presente invención evitan la necesidad de conexiones cableadas para la iniciación de dispositivos usados para fragmentar la roca, y permitir de hecho el control selectivo de los amplificadores electrónicos inalámbricos en grupos, reduciendo por lo tanto el riesgo de accionamiento inapropiado o fallido de dispositivos de iniciación, con mejoras significativas en seguridad.

Aunque los métodos de la presente invención se definen en el presente documento de acuerdo con realizaciones y ejemplos específicamente indicados, un experto en la materia apreciará que hay realizaciones adicionales implícitas a partir de la presente divulgación. Es la intención del solicitante abarcar todas las realizaciones de la invención, ya se infieran explícita o implícitamente desde la presente divulgación, dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Un método para controlar un grupo predeterminado de dispositivos de iniciación inalámbricos en una pluralidad de tales dispositivos en un sitio de voladura, caracterizado por que el método comprende:
- 5 transmitir a la pluralidad de dispositivos de iniciación inalámbricos una señal de comando inalámbrica relacionada con alguna operación a ejecutar únicamente mediante el grupo predeterminado de dispositivos de iniciación inalámbricos;
- 10 para cada dispositivo de iniciación inalámbrico que recibe la señal de comando inalámbrica, determinar si el dispositivo de iniciación inalámbrico forma parte del grupo predeterminado; y
- 15 para cada dispositivo de iniciación inalámbrico que determina que forma parte del grupo predeterminado, ejecutar la operación basándose en la señal de comando, en el que el dispositivo de iniciación inalámbrico comprende un detonador de retardo electrónico inalámbrico.
2. El método de la reivindicación 1, en el que la señal de comando inalámbrica comprende un componente de identificación de grupo que permite diferenciar dispositivos de iniciación inalámbricos que forman parte del grupo predeterminado de los dispositivos de iniciación inalámbricos que no forman parte del grupo predeterminado, y en el que cada dispositivo de iniciación inalámbrico comprende:
- 20 un receptor para recibir una señal de comando inalámbrica;
- un componente de memoria para almacenar una identificación de grupo; y
- un circuito de control para comparar el componente de identificación de grupo con una identificación de grupo almacenada, para determinar basándose en esa comparación si el dispositivo de iniciación inalámbrico forma parte del grupo predeterminado y para ejecutar la operación pretendida del dispositivo de iniciación inalámbrico si se
- 25 determina que forma parte del grupo predeterminado.
3. El método de la reivindicación 1, en el que la señal de comando inalámbrica comprende un comando seleccionado a partir de un comando para DISPARAR el dispositivo de iniciación inalámbrico, un comando para ARMAR el dispositivo de iniciación inalámbrico, un comando para DESARMAR el dispositivo de iniciación inalámbrico, un comando para ACTIVAR el dispositivo de iniciación inalámbrico, un comando para DESACTIVAR el dispositivo de iniciación inalámbrico, un comando para DESCONECTAR el dispositivo de iniciación inalámbrico, y un comando para CALIBRAR un reloj interno del dispositivo de iniciación inalámbrico.
- 30
4. El método de la reivindicación 2, en el que la pluralidad de dispositivos de iniciación inalámbricos se divide en grupos predeterminados, con dispositivos de iniciación inalámbricos en el mismo grupo predeterminado que tienen la misma identificación de grupo almacenada, y con dispositivos de iniciación inalámbricos en diferentes grupos predeterminados que tienen diferentes identificaciones de grupo almacenadas, correspondiendo el componente de identificación de grupo de dicha señal de comando inalámbrica a una de las identificaciones de grupo almacenadas.
- 35
5. El método de la reivindicación 2, en el que cada dispositivo de iniciación inalámbrico de la pluralidad de dispositivos de iniciación inalámbricos tiene una única identificación de grupo almacenada, y en el que el componente de identificación de grupo de la señal de comando inalámbrica comprende una pluralidad de componentes de identificación de grupo que corresponden a identificaciones de grupo para el grupo predeterminado de dispositivos de iniciación inalámbricos.
- 40
6. El método de la reivindicación 2, en el que el método comprende adicionalmente una etapa inicial de:
- 45 programar cada dispositivo de iniciación inalámbrico con una identificación de grupo.
7. El método de la reivindicación 6, en el que la etapa de programación comprende:
- 50 transmitir señales de verificación dirigidas a cada dispositivo de iniciación inalámbrico situado en el sitio de voladura, comprendiendo cada señal de verificación un componente de identificación de grupo; y
- para cada dispositivo que se identifica de manera positiva a sí mismo durante la verificación, extraer el componente de identificación de grupo de la señal de verificación para su almacenamiento mediante su componente de memoria.
- 55
8. El método de la reivindicación 6, en el que la etapa de programación comprende:
- 60 registrar la presencia de cada dispositivo de iniciación inalámbrico durante la configuración del aparato de voladura en el sitio de voladura mediante uso de un registrador;
- transmitir desde el registrador a cada dispositivo de iniciación inalámbrico, en algún punto durante la comunicación entre el registrador y cada dispositivo de iniciación inalámbrico, una identificación de grupo para su almacenamiento mediante el componente de memoria de cada dispositivo de iniciación inalámbrico.
- 65

- 5 9. El método de la reivindicación 2, en el que cada dispositivo de iniciación inalámbrico tiene un código de identificación de fábrica preestablecido, y en el que cada identificación de grupo es un elemento de identidad separado para cada dispositivo de iniciación inalámbrico programado en el componente de memoria *in situ* en el sitio de voladura.
- 10 10. El método de la reivindicación 7, en el que la programación de la identificación de grupo para cada dispositivo de iniciación inalámbrico comprende:
- 10 transmitir una señal de programación de identificación de grupo inalámbrica que comprende (i) un componente de código de identificación de fábrica y (ii) un componente de identificación de grupo, a cada dispositivo de iniciación inalámbrico;
- 15 para cada dispositivo de iniciación inalámbrico que recibe el componente de código de identificación de fábrica, comparar el componente de código de identificación de fábrica recibido con su código de identificación de fábrica pre-almacenado; y
- 15 para cada dispositivo de iniciación inalámbrico que determina que el componente de código de identificación de fábrica corresponde a su código de identificación de fábrica, almacenar en el componente de memoria el componente de identificación de grupo como una identificación de grupo.
- 20 11. El método de la reivindicación 2, en el que cada dispositivo de iniciación inalámbrico se coloca en una posición deseada en el sitio de voladura y se programa con una identificación de grupo mediante comunicación alámbrica o inalámbrica de corto alcance usando un dispositivo de programación portátil.
- 25 12. El método de la reivindicación 2, en el que la identificación de grupo de cada dispositivo de iniciación inalámbrico corresponde a su código de identificación programado de fábrica, y en el que la señal de comando inalámbrica comprende un componente de identificación de grupo que corresponde a todos los códigos de identificación programados de fábrica para los dispositivos de iniciación inalámbricos del grupo predeterminado.
- 30 13. El método de la reivindicación 1, que comprende adicionalmente la etapa de:
- 30 desactivar o desconectar cada dispositivo de iniciación inalámbrico que determina que no está englobado dentro del grupo predeterminado.
- 35 14. El método de la reivindicación 2, en el que la identificación de grupo para cada dispositivo de iniciación inalámbrico es de 2 a 8 bits de longitud.
15. El método de la reivindicación 1, en el que cada dispositivo de iniciación inalámbrico forma parte de un amplificador electrónico inalámbrico que comprende una carga explosiva.

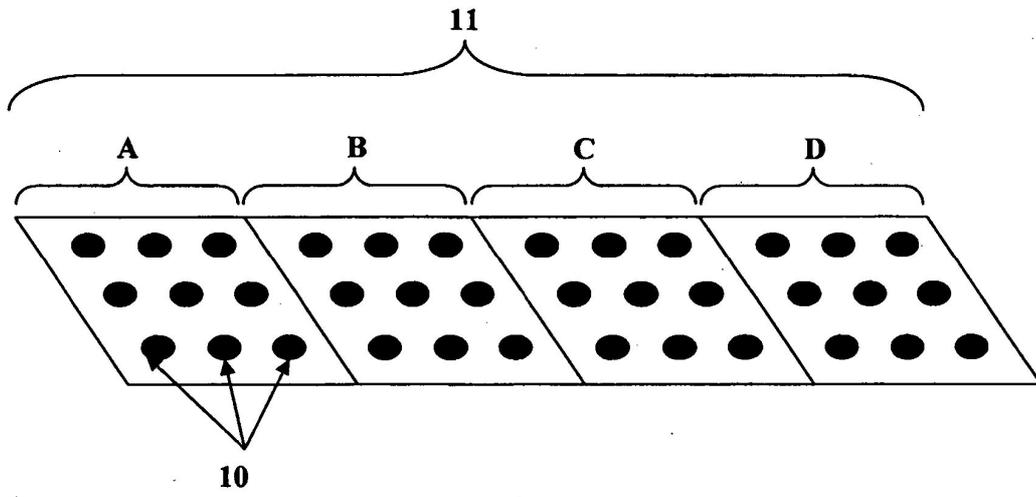


Fig. 1

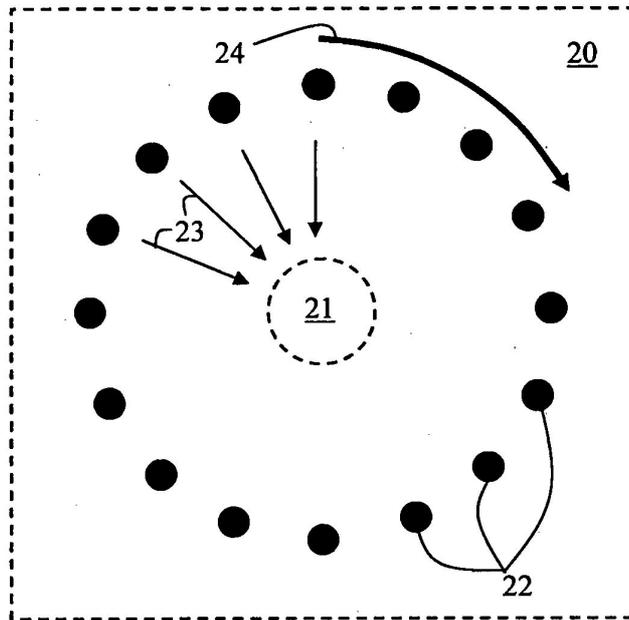


Fig. 2a

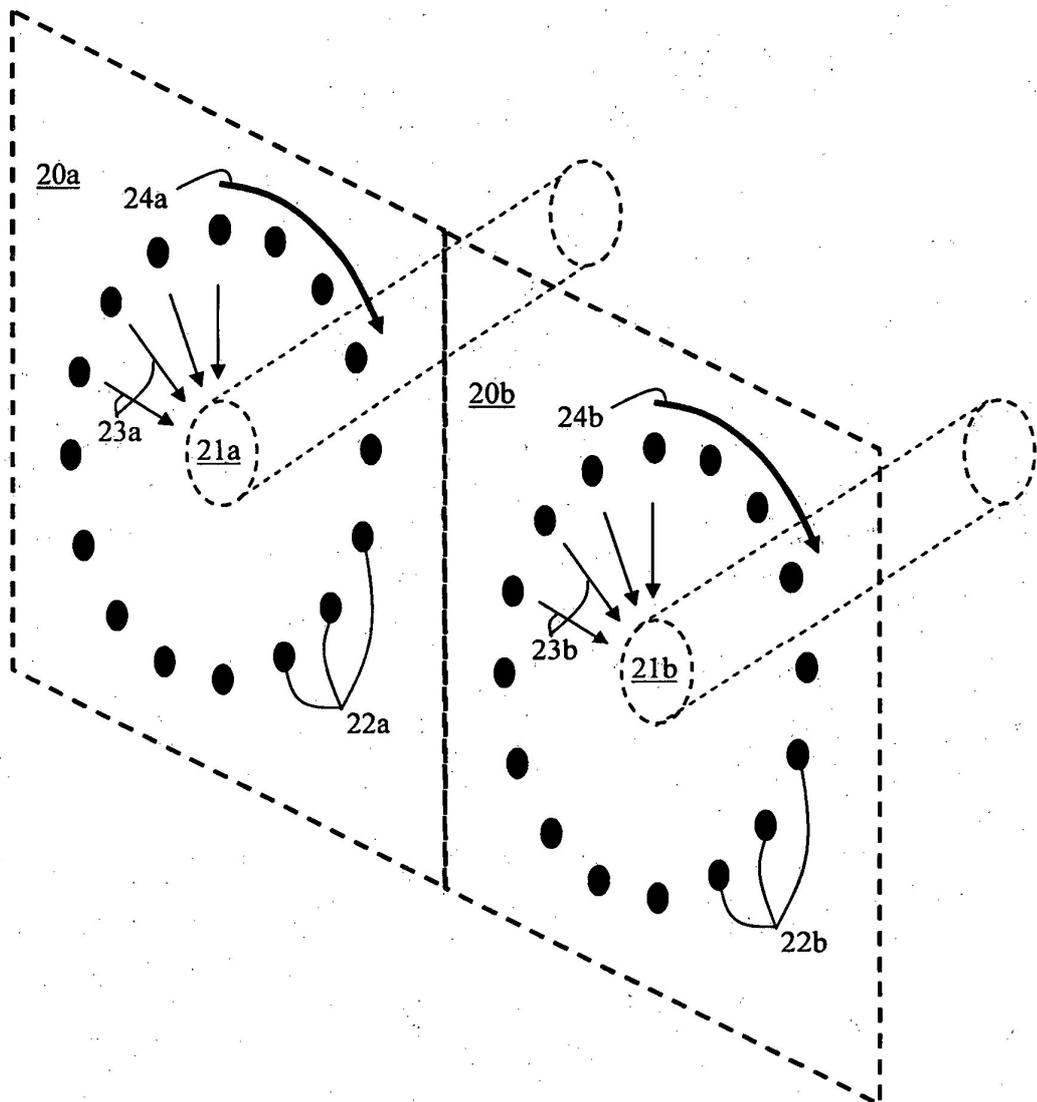


Fig. 2b

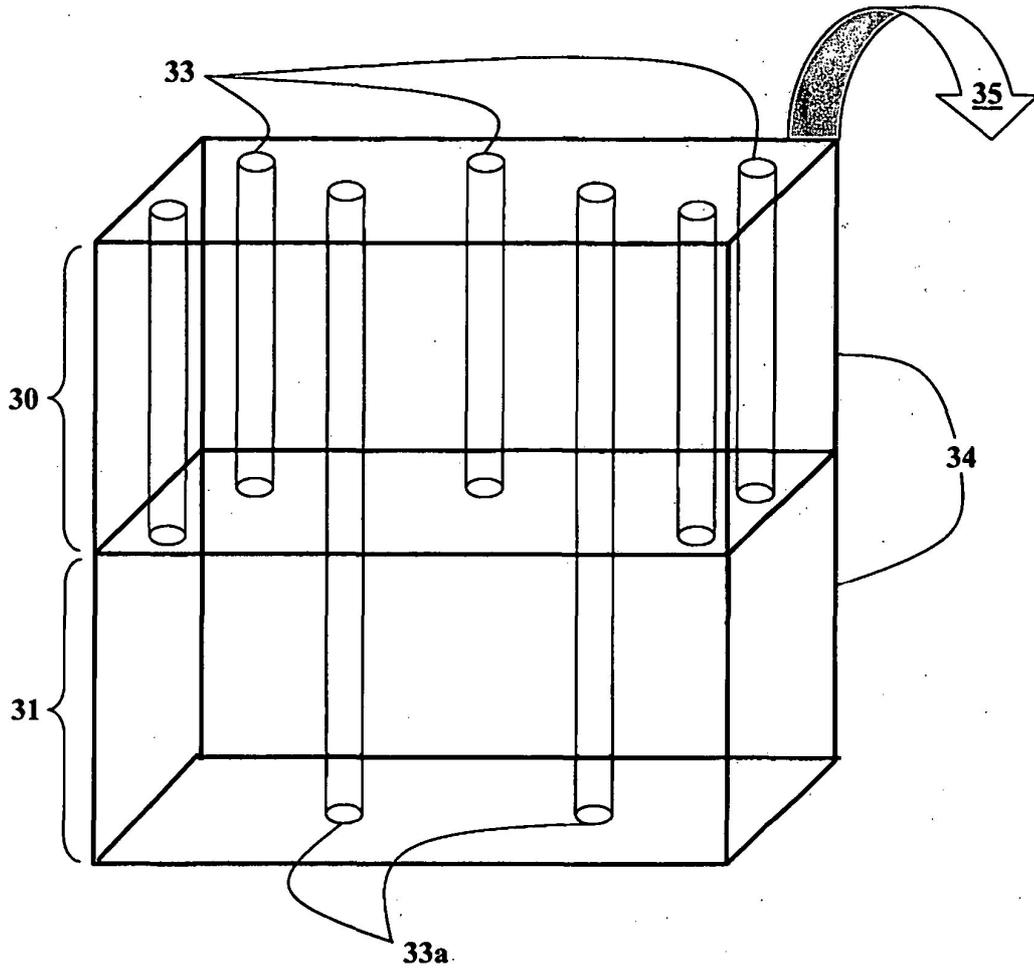


Fig. 3

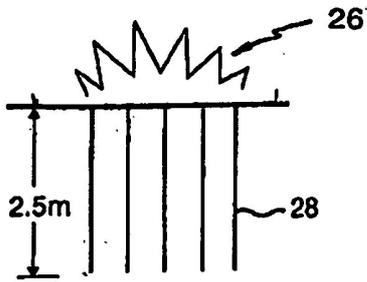


Fig. 4A,

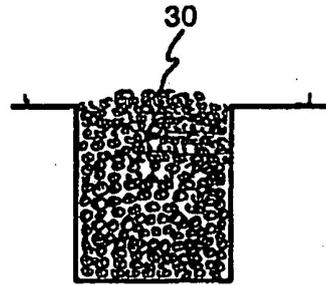


Fig. 4B,

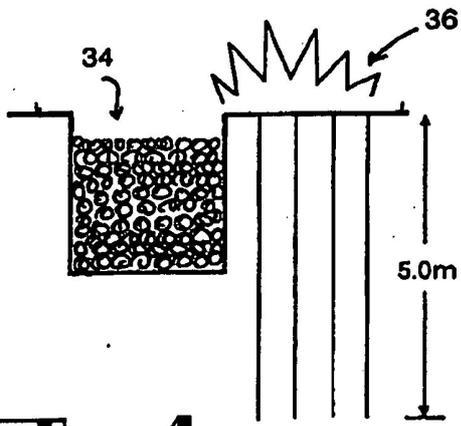


Fig. 4D,

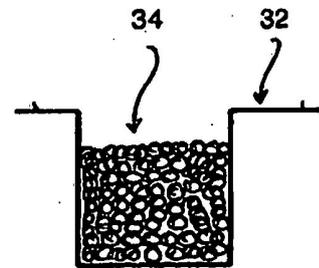


Fig. 4C,

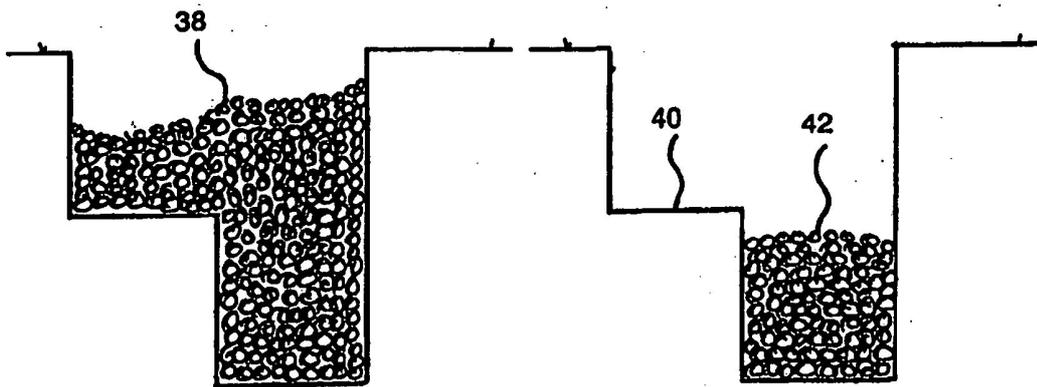


Fig. 4E,

Fig. 4F,

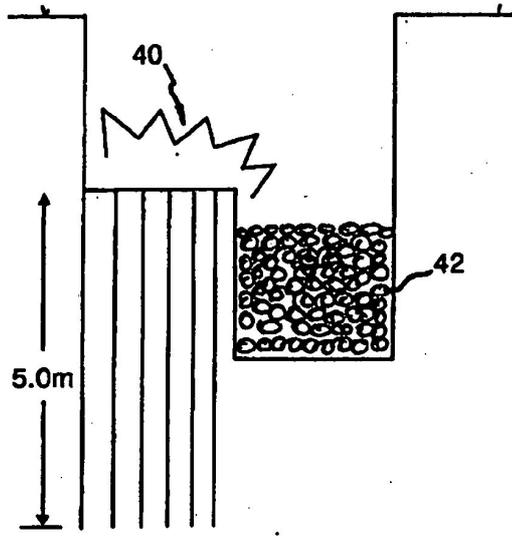


Fig. 4G,

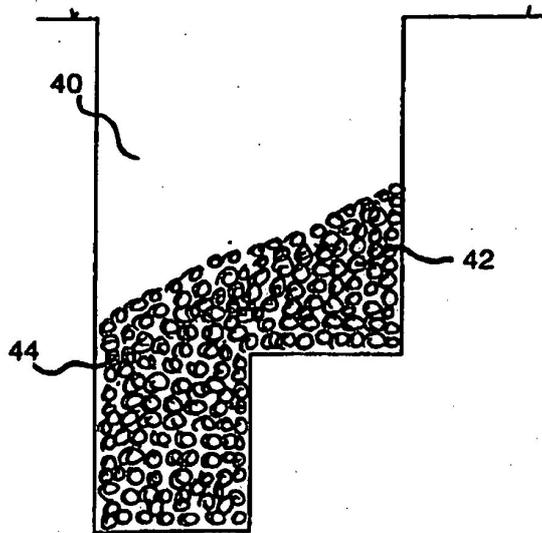


Fig. 4H,