

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 388 449**

51 Int. Cl.:
F42D 1/05 (2006.01)
F42C 15/42 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **06703428 .0**
96 Fecha de presentación: **24.01.2006**
97 Número de publicación de la solicitud: **1842026**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **10.10.2007**

54 Título: **Comunicación de datos en sistemas electrónicos de voladura**

30 Prioridad:
24.01.2005 US 646312 P
30.11.2005 US 740677 P

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
15.10.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
15.10.2012

73 Titular/es:
ORICA EXPLOSIVES TECHNOLOGY PTY LTD
1 NICHOLSON STREET
MELBOURNE, VIC 3000, AU

72 Inventor/es:
HUMMEL, Dirk;
MCCANN, Michael, John;
LOWNDS, Charles, Michael y
MEYER, Eric, Nicol

74 Agente/Representante:
de Elzaburu Márquez, Alberto

ES 2 388 449 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

Comunicación de datos en sistemas electrónicos de voladura.

5 ANTECEDENTES DE LA INVENCION

La presente invención se refiere a sistemas electrónicos de voladura y, en particular, a sistemas electrónicos de voladura que dependen de un enlace de radio frecuencia, inalámbrico, de corto alcance, para el intercambio de datos entre los componentes del sistema.

10 En términos generales, los sistemas electrónicos de voladura son bien conocidos en la técnica. Una característica de dichos sistemas es el uso de detonadores electrónicos de retardo para conseguir una detonación precisa y, preferentemente, estos detonadores son totalmente programables con respecto al tiempo de retardo de la detonación. El uso de dichos detonadores ofrece considerables beneficios en términos de diseño y control de la voladura.

15 El documento WO 03/076868 describe un procedimiento para transmitir datos, de manera inalámbrica, a una unidad de control, tal como una máquina de voladura, seleccionada de entre una pluralidad de unidades de control de un dispositivo operativo seleccionado de entre una pluralidad de dispositivos operativos, y un sistema destinado para dicho procedimiento. La unidad de control está conectada a una pluralidad de detonadores, que son controlados por la unidad de control a través de un cable eléctrico o una espoleta. El dispositivo operativo está asociado con la unidad de control apropiada en una etapa en la se intercambian datos de direcciones y/o datos de encriptación entre las unidades. Solo un dispositivo operativo puede estar asociado con una unidad de control pre-determinada en un momento determinado. Los datos transmitidos según el procedimiento comprenden, preferentemente, al menos una orden de disparo, que instruye a la unidad de control para disparar los detonadores.

25 Además de los detonadores electrónicos de retardo, un sistema electrónico de voladura implica una diversidad de otros tipos de hardware, tales como equipos de registro y control. Con el fin de implementar exitosamente un diseño de voladura pre-determinado e iniciar una voladura según ese diseño, es importante que los diversos componentes del sistema se comuniquen entre sí, según sea necesario. Convencionalmente, la comunicación entre los componentes requiere alguna forma de conexión física ("hard") entre los componentes relevantes y para este fin, se usan diversos tipos de medios de conexión, por ejemplo, cables, enchufes, conectores, adaptadores, etc. Dichos medios de conexión representan una forma efectiva de permitir que los componentes se comuniquen entre sí, pero su uso no está exento de problemas prácticos.

35 Los sistemas electrónicos de voladura se usan en una amplia diversidad de aplicaciones, incluyendo minas de superficie y subterráneas, canteras y sitios de ingeniería civil y el entorno en el cual se usa el sistema puede variar enormemente. No es infrecuente, especialmente en aplicaciones de minería, que el entorno prevaleciente dificulte la instalación y el funcionamiento de un sistema electrónico de voladura. De esta manera, es común encontrar condiciones húmedas y temperaturas extremas. La luz disponible también puede ser limitada y puede haber poco espacio para moverse. La realización de las conexiones físicas necesarias entre los componentes, en dichas condiciones, puede ser un serio desafío. Este es un tema importante, sin embargo, ya que la fiabilidad de dichas conexiones puede tener serias consecuencias sobre la seguridad y la productividad de una operación de voladura. Aquí, cabe señalar también que las operaciones de voladura pueden implicar entornos muy "abrasivos" y los conectores, tales como alambres, enchufes, etc., pueden resultar dañados fácilmente. De esta manera, incluso si inicialmente se establece una buena conexión, es posible que ésta se vea afectada o destruida, con posterioridad. En el caso en el que la operación de voladura se lleva a cabo en un lugar remoto, la necesidad de depender de una diversidad de componentes para conseguir las conexiones entre los componentes de hardware puede ser una carga adicional, y un olvido de dichos componentes puede representar un inconveniente y resultar costoso.

50 RESUMEN DE LA INVENCION

En relación a estos antecedentes, sería deseable proporcionar un sistema electrónico de voladura que reduzca o evite estos inconvenientes.

55 Consiguientemente, la presente invención proporciona un sistema electrónico de voladura que comprende una pluralidad de componentes de hardware que incluyen una máquina de voladura y al menos un detonador electrónico, en el que al menos dos componentes de entre la pluralidad de componentes de hardware están adaptados para comunicarse entre sí a través de un enlace de radio, inalámbrico, de corto alcance, en el que los al menos dos componentes están adaptados para comunicarse entre sí sobre el enlace de radio, inalámbrico, de corto alcance, según sea necesario, de manera específica, cuando los componentes son colocados cerca, unos de los otros.

60 La presente invención reside en el uso de uno o más enlaces de radio, inalámbricos de corto alcance, para permitir la comunicación de datos entre al menos dos componentes de hardware que son necesarios para la implementación y/o el

funcionamiento de un sistema electrónico de voladura y que, de lo contrario, podría haber dependido de una conexión hardware para conseguir la misma comunicación de datos. El uso de un enlace de radio, inalámbrico, de corto alcance, permite mitigar, de esta manera, el tipo de problemas descritos anteriormente.

5 En la presente memoria, la expresión "componente de hardware" pretende designar una pieza de equipo que es necesaria para la implementación y/o el funcionamiento de un sistema electrónico de voladura. De esta manera, y tal como se explicará, el componente de hardware puede realizar una diversidad de funciones diferentes dentro del contexto del sistema de voladura. La función del componente de hardware es, en sí misma, convencional, y la presente invención reside en la manera en la que ciertos componentes de hardware se comunican entre sí con el fin de conseguir la
10 funcionalidad requerida del sistema.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Las realizaciones de la presente invención se ilustran en las Figuras adjuntas, no limitativas, en las que:

15 Las Figuras 1 y 2 son representaciones esquemáticas de un sistema electrónico de voladura según la presente invención.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

20 Según la presente invención, un requisito es que al menos dos componentes de entre la pluralidad de componentes de hardware que componen el sistema de voladura estén adaptados para comunicarse entre sí a través de un enlace de radio, inalámbrico, de corto alcance. Se apreciará que esto impone ciertas restricciones sobre la naturaleza de los al menos dos componentes que están en comunicación entre sí, de esta manera. Así, entre los al menos dos componentes debe haber una inter-relación de trabajo de manera que se requiera alguna forma de comunicación entre los mismos durante la implementación y/o el funcionamiento del sistema electrónico de voladura. Además, el hecho de que la
25 comunicación entre los al menos dos componentes tiene lugar sobre un enlace de radio, inalámbrico, de corto alcance, requiere que los al menos dos componentes sean usados en una proximidad relativamente cercana, unos de los otros.

Puede ser preferente que los al menos dos componentes de hardware no se consuman/destruyan cuando el sistema de voladura de la presente invención sea empleado, de manera que los al menos dos componentes puedan ser usados
30 repetidamente en operaciones de voladura. En este caso, es más probable que los al menos dos componentes sean equipos de control y/o de implementación, en lugar de detonadores.

La comunicación entre los al menos dos componentes implica la transferencia de cualquier información necesaria para la implementación y/o el funcionamiento del sistema electrónico de voladura. Esto puede implicar la transmisión de órdenes
35 y/o datos simples o complejos. La comunicación puede ser unidireccional, en el sentido de que un componente transmite información y otro componente recibe esa información, o bi-direccional, en el sentido de que los componentes intercambian información.

40 En la presente memoria, la expresión "máquina de voladura" abarca cualquier tipo de dispositivo (electrónico) que es usado en un sistema electrónico de voladura y que es capaz de comunicar señales con uno o más detonadores electrónicos que están siendo usados. La máquina de voladura puede estar en comunicación directa con uno o más de los detonadores electrónicos o la máquina de voladura puede comunicarse indirectamente con uno o más de los detonadores electrónicos, a través de uno o más dispositivos intermedios. La máquina de voladura puede comunicar
45 señales con uno o más de los detonadores electrónicos con el fin de enviar diversas señales de mando, tales como señales ARMAR, DESARMAR y DISPARAR y/o programar los detonadores con tiempos de retardo de detonación y/o códigos de identificación. Como alternativa, o adicionalmente, la máquina de voladura puede ser capaz de recibir información desde uno o más de los detonadores electrónicos. Esta información puede incluir el código de identificación y/o el tiempo de retardo de detonación asignado a los detonadores individuales o el estado de los detonadores, por ejemplo, para confirmar que los detonadores están listos para ser disparados. No se pretende que las funcionalidades
50 descritas para la máquina de voladura sean limitativas, y otras funcionalidades serán evidentes a partir de la descripción siguiente de la invención. Debe apreciarse, a partir de las definiciones anteriores, que la máquina de voladura es un componente de hardware del sistema electrónico de voladura según la presente invención. De manera similar, los detonadores electrónicos que componen el sistema electrónico de voladura de la invención son también componentes de hardware. Por supuesto, no es esencial que la máquina de voladura y uno o más detonadores electrónicos estén en
55 comunicación entre sí a través de un enlace de radio, inalámbrico, de corto alcance, aunque esto es claramente una posibilidad según la presente invención. Normalmente, los detonadores electrónicos no son uno de los al menos dos componentes que están adaptados para comunicarse entre sí a través de un enlace de radio, inalámbrico, de corto alcance.

60 Según la presente invención, los al menos dos componentes, tal como se ha descrito, están adaptados para comunicarse entre sí a través de un enlace de radio, inalámbrico, de corto alcance. En este contexto, la expresión "corto alcance"

significa que la distancia máxima (ininterrumpida) entre los al menos dos componentes, para que tenga lugar una comunicación efectiva, es de aproximadamente 10 metros. Para proporcionar esta funcionalidad de comunicación, cada uno de los al menos dos componentes incluirá un módulo de comunicación que incluye un transceptor de comunicación de radio, de corto alcance, adecuado. Pueden usarse una diversidad de protocolos/estándares de comunicación conocidos y una persona con conocimientos en la materia de la tecnología de comunicación inalámbrica estará familiarizada con los mismos. Preferentemente, los al menos dos componentes incluirán módulos Bluetooth® para hacer uso de dicho protocolo de comunicación, de corto alcance. Otros módulos de comunicación, de corto alcance, pueden ser adecuados para su uso en la presente invención, tales como módulos IEEE 802.15.4 (o Zigbee®). Para permitir que los módulos de comunicación funcionen, cada uno de los al menos dos componentes incluirá también alguna forma de fuente de alimentación. Dependiendo del contexto, puede ser importante usar una tensión baja o una fuente de alimentación de baja potencia. Esto sería particularmente cierto cuando el módulo de comunicación está asociado con un detonador electrónico, tal como podría ser el caso. El uso de un voltaje bajo o una fuente de alimentación de baja potencia minimizaría el riesgo de que se produzca un accionamiento involuntario del detonador debido a señales de comunicaciones erróneas. En el uso normal, solo se genera una señal con potencia suficiente para iniciar un detonador tras la recepción de una señal de mano para iniciar un detonador.

En su forma más simple, el sistema de voladura de la presente invención incluye solo dos componentes que están adaptados para comunicarse entre sí a través de un enlace de radio, inalámbrico, de corto alcance. Sin embargo, la invención no está restringida a esta situación y el sistema de voladura puede incluir tres o más componentes que están adaptados para comunicarse entre sí, de esta manera. En la presente memoria, los componentes que están adaptados para comunicarse entre sí se describen como formando una red inalámbrica. De la misma manera, el sistema de voladura puede comprender múltiples redes inalámbricas, en el que cada red inalámbrica comprende al menos dos componentes que están adaptados para comunicarse a través de un enlace de radio, inalámbrico, de corto alcance.

En el caso de que el sistema electrónico de voladura de la invención incluya más de una red inalámbrica, no es probable que se produzca una interferencia o una comunicación no intencionada entre componentes en diferentes redes inalámbricas, ya que el alcance de la comunicación inalámbrica usada según la presente invención es relativamente corto (unos 10 metros o menos). Sin embargo, en la medida en que los componentes de hardware de redes inalámbricas diferentes están tan cercanos, unos a los otros, durante el uso, la comunicación/interferencia entre las redes inalámbricas puede evitarse mediante procedimientos conocidos. Una persona con conocimientos en la materia de las comunicaciones inalámbricas estará familiarizada con la manera de abordar esta cuestión, si es necesario. Por ejemplo, el protocolo de comunicación Bluetooth® usa espectro ensanchado por salto de frecuencia para evitar interferencias no deseadas entre los transmisores.

Los componentes dentro de la misma red inalámbrica están adaptados para comunicarse entre sí, tal como se requiere, de manera específica, cuando los componentes se acercan entre sí (10 m o menos). En esta realización, una vez activados, los componentes individuales se encuentran y se reconocen mutuamente, y son capaces de comunicarse sin que se solicite a un usuario una entrada para iniciar dicha comunicación. Esta realización se basa en la formación de una red de área personal, inalámbrica (WPAN), de radio frecuencia (RF) o una pico-red. Una WPAN RF es una "red espontánea" en el sentido de que los componentes conectados son sólo una parte temporal de una red de comunicación. En el caso de componentes móviles o portátiles, siguen siendo parte de la red sólo mientras se encuentran relativamente cerca del resto de la red.

La presente invención proporciona también un procedimiento para comunicar datos en un sistema electrónico de voladura que comprende una pluralidad de componentes de hardware que incluyen una máquina de voladura y al menos un detonador electrónico, en el que los al menos dos componentes de hardware de entre la pluralidad de componentes de hardware están adaptados para comunicarse entre sí a través de un enlace de radio, inalámbrico, de corto alcance, cuyo procedimiento comprende la formación de una red de área personal, inalámbrica, entre al menos dos de entre la pluralidad de componentes de hardware y la comunicación de datos a través de la red de área personal, inalámbrica. Se apreciará que esta realización de la presente invención se refiere a una aplicación práctica del sistema electrónico de voladura según la presente invención. El sistema electrónico de voladura puede ser usado en una diversidad de operaciones de voladura. Típicamente, estas serán operaciones de minería comercial y/o de excavación.

Consideraciones similares a las descritas anteriormente se aplican en relación a los componentes de hardware que componen la WPAN. La WPAN será establecida usando un protocolo de radio, inalámbrico, de corto alcance, tal como se describe en la presente memoria. En una realización preferente, la WPAN incluye al menos tres componentes de hardware, en comunicación entre sí.

Para implementar este aspecto de la invención, puede implementarse cualquiera de los estándares IEEE (o protocolos) en la serie 802.11, los estándares ZigBee (IEEE 802.15.4), el estándar IEEE 1451 para enlazar sensores a transceptores o el estándar Bluetooth® puede ser empleado o puede proporcionar una base para el diseño. Pueden usarse también el

sistema operativo TinyOS y redes de sensores inalámbricos orientadas a plataforma. Para una implementación práctica, pueden usarse, pueden usarse, por ejemplo

- 5 • nanoNet de Nanotron Technologies GmbH,
- "Agile Link" de Microstrain,
- Flexible MeshRF de Aerocomm,
- Smart Dust Motes de Crossbow Technology,
- Smar@esh de Dust Networks,
- Transceptores EM2420 de Ember,
- 10 • Redes de malla Firetide Instant,
- Redes Autónomas de Kyon,
- Sistema de redes de malla
- Productos de Millennial Net
- Redes móviles NovaRoam
- 15 • Redes escalables OrderOne

• u otras implementaciones físicas de dichas redes.

20 A modo de ejemplo, un dispositivo Bluetooth[®], que desempeña el papel de "maestro", puede comunicarse con numerosos componentes (hasta 7), que desempeñan el papel de "esclavos". En cualquier momento determinado en el tiempo, pueden transferirse datos entre el maestro y un esclavo, pero el maestro cambia rápidamente de esclavo a esclavo, de manera "round-robin". La especificación Bluetooth[®] permite también la conexión de dos o más WPAN entre sí para formar una red dispersa ("scatternet"), con algunos componentes que actúan como un puente, desempeñando al mismo tiempo el papel de "maestro" en una WPAN y el papel de "esclavo" en otra WPAN. Esta realización puede encontrar uso en el contexto del tipo de sistema electrónico de voladura divulgado en la solicitud de patente US No. 60/646312 en tramitación

25 junto con la presente, del presente solicitante. Esto describe un sistema de voladura en el que ciertos componentes mantienen una comunicación inalámbrica entre sí para una comunicación directa entre los componentes y/o para transmitir datos/información a lo largo de un campo de voladura mediante el establecimiento de redes de comunicación auto-organizativas o específicas. Este último aspecto puede permitir que la comunicación se extienda sobre un área significativa sin necesidad de una comunicación directa entre aquellos componentes que deben comunicarse entre sí.

30

Cualquier componente del sistema de voladura en la WPAN puede realizar una "consulta" para encontrar otros componentes a los que conectarse, y cualquier componente puede estar configurado para responder a dichas consultas. Los pares de componentes pueden establecer una relación de confianza mediante el aprendizaje (con una entrada del usuario) de un código de seguridad compartido o "clave de acceso". Un componente que desea comunicarse sólo con un componente de confianza, puede autenticar criptográficamente la identidad del otro componente. Por razones de seguridad, los componentes de confianza pueden cifrar también los datos que intercambian.

35

El protocolo Bluetooth[®] funciona en la banda ISM, sin licencia, a 2,45 GHz (desde aproximadamente 2,40 a 2,48GHz, en la práctica). Con el fin de evitar interferencias con otros protocolos que usan la banda de 2,45 GHz, el protocolo Bluetooth[®] divide la banda en 79 canales (cada uno de 1 MHz de ancho) y cambia canales hasta 1.600 veces por segundo (espectro ensanchado por salto de frecuencia).

40

Los componentes que pueden ser útiles para comunicarse entre sí a través de una WPAN se harán evidentes a partir de las Figuras siguientes, en particular la Figura 2.

45

La filosofía subyacente de la presente invención puede aplicarse a una diversidad de componentes, que si no, serían usados en un sistema electrónico de voladura convencional, y que se comunicarían entre sí a través de algún tipo de enlace físico. Según la presente invención, dichos componentes pueden estar adaptados para comunicarse entre sí a través de un enlace de radio, inalámbrico, de corto alcance, formando, de esta manera, una red inalámbrica. Los ejemplos de dichos componentes se proporcionan a continuación, con referencia a las Figuras 1 y 2. Estas Figuras son diagramas esquemáticos que ilustran sistemas electrónicos de voladura según la presente invención, pero no deberían considerarse como una limitación con respecto a los componentes y las redes inalámbricas que se representan y se describen.

50

La presente invención se basa en un enlace de radio, inalámbrico, de corto alcance, para la comunicación entre los componentes de hardware. En la práctica, la implantación y/o el funcionamiento de un sistema electrónico de voladura según la presente invención implicarán, invariablemente, otras formas de comunicación para permitir que los componentes de hardware se comuniquen entre sí cuando sea necesario. Estas otras formas de comunicación pueden depender de conexiones físicas entre los componentes y/o de una tecnología de comunicaciones inalámbricas, tales como una tecnología de comunicaciones por infrarrojos o por radio. En este contexto, se prevé que en ciertas

60

realizaciones, el sistema de voladura de la presente invención incluirá un componente de hardware que está adaptado para la comunicación de radio, inalámbrica, de corto alcance, (con al menos otro componente de hardware adaptado convenientemente), y que está adaptado también para la comunicación mediante otro medio de comunicación, es decir, diferente de un enlace de radio, inalámbrico, de corto alcance (con al menos otro componente de hardware adaptado convenientemente). En esta realización, un único componente de pieza de hardware es capaz de comunicarse, según se requiera, con al menos otro componente a través del enlace de radio, inalámbrico, de corto alcance, y con al menos otro componente a través de algún otro medio de comunicación. La forma de comunicación usada dependerá de la funcionalidad de los diversos componentes de hardware y del contexto en el que se usan.

La Figura 1 muestra un sistema (10) electrónico de voladura que comprende una pluralidad de detonadores (12.1 a 12.n) electrónicos de retardo, cada uno posicionado en una perforación (14.1 a 14.n) de voladura respectiva en un sitio (16) de voladura. Los detonadores (12.1 a 12.n) están conectados por un mazo (18) de conductores a un cuadro (20) de voladura a distancia. El cuadro (20) de voladura puede ser usado para programar los detonadores (12.1 a 12.n) individuales con tiempos de retardo de detonación en base a números de identificación asociados con cada detonador. El cuadro (20) de voladura puede ser usado también para controlar la funcionalidad de los detonadores (12.1 a 12.n) mediante la transmisión de señales de mando predeterminadas, por ejemplo ARMAR, DESARMAR y DISPARAR. Cada detonador (12.1 a 12.n) está asociado con un portador (24.1 a 24.n) de código de identidad. Esto puede tomar la forma de un código de barras impreso aplicado a la carcasa del detonador o a la etiqueta asociada, o un transpondedor de radio frecuencia. En otras realizaciones, el código de identificación de un detonador puede estar situado en un alojamiento principal del propio detonador.

El sistema (10) electrónico de voladura incluye también un registrador (26) de datos portátil. Durante el uso, un operario de voladura llevaría el registrador (26) de datos desde una perforación (14.1 a 14.n) de voladura a la siguiente, registrando los datos de identificación de los detonadores (12.1 a 12.n) respectivos. El mecanismo exacto mediante el que esto tiene lugar dependerá, obviamente, de la forma en la que los datos de identificación son presentados o almacenados en relación a los detonadores (12.1 a 12.n). Los datos de identificación, posiblemente con otros datos relativos a la ubicación de cada uno de los detonadores (12.1 a 12.n) (real o por número de fila/perforación de voladura), pueden ser almacenados también en el registrador (26) de datos. También es posible, en este momento, que el operario de voladura use el registrador (26) de datos para asignar un tiempo de retardo a cada detonador (12.1 a 12.n). En este caso, el tiempo de retardo que ha sido asignado está emparejado con el número de identificación de detonador y/o los datos relativos a la ubicación del detonador.

Los datos registrados en el sitio (16) de voladura por el registrador (26) de datos son descargados, a continuación, en el cuadro (20) de voladura para la implementación de la voladura. Si el registrador (26) de datos no ha sido usado para asignar los tiempos de retardo individuales a los detonadores (12.1 a 12.n), esto puede ser realizado por el cuadro (20) de voladura en base al código de identificación específico a cada uno de los detonadores (12.1 a 12.n).

Según la presente invención, la comunicación de datos a través de un enlace de radio, inalámbrico, de corto alcance, puede tener lugar entre el registrador (26) de datos portátil y el cuadro (20) de voladura. Como alternativa, o adicionalmente, y dependiendo de la manera en la que la identificación es asociada con un detonador determinado, también es posible que la comunicación de datos a través de un enlace de radio, inalámbrico, de corto alcance, tenga lugar entre el registrador (26) de datos y el portador (24.1 a 24.n) de códigos de identificación asociado con los detonadores (12.1 a 12.n) individuales.

La Figura 2 muestra, esencialmente, la misma disposición que la Figura 1, en el sentido de que un detonador (12,1) electrónico de retardo está provisto en una perforación (14.1) de voladura y tiene un portador (24.1) de código de identificación asociado. Puede usarse un registrador (26) de datos, tal como se describe en relación a la Figura 1, aunque en la Figura 2 se muestran diversos componentes de hardware diferentes que son capaces de interacción/comunicación con el registrador (26) de datos. Una cualquiera o más de estas interacciones pueden tener lugar según la presente invención, es decir, a través de un enlace de radio, inalámbrico, de corto alcance.

Con el fin de determinar la ubicación exacta de cualquier detonador determinado, el sistema (10) electrónico de voladura puede incluir un transceptor (40) GPS portátil. Este puede comunicarse con el registrador (26) de datos con el fin de informar acerca de la ubicación del detonador.

El registrador (26) de datos puede comunicarse con un cuadro (20) de voladura, tal como se ha descrito anteriormente en relación a la Figura 1. Sin embargo, el registrador (26) de datos puede estar también en comunicación con un comprobador (42), con el fin de transmitir información según sea necesario. A su vez, el comprobador (42) puede comunicarse con los detonadores individuales, con el fin de realizar comprobaciones diagnósticas del sistema, etc.

También es posible que el registrador (26) de datos esté en comunicación con un auricular (44) usado por un operario de

voladura. Esto puede ser útil cuando el registrador (26) de datos está adaptado para funcionar bajo control de voz, en el que el auricular (44) transmite órdenes de voz al registrador (26) de datos, según se requiera. En este caso, el registrador (26) de datos estará equipado con una funcionalidad de reconocimiento de voz y, posiblemente, una funcionalidad de síntesis de voz, con el fin de proporcionar una confirmación, orientación y/o advertencia vocal al operario de voladura.

- 5 También es posible que el portador (24.1) de código de identificación se comunique con un ordenador (45) portátil, usado para el diseño de la voladura. A su vez, el ordenador (45) puede ser usado para comunicar información al cuadro (20) de voladura con el fin de implementar y efectuar un diseño de voladura.
- 10 Se apreciará, a partir de la Figura 2, que se pueden emplear una diversidad de enlaces de comunicación para la implementación y/o el funcionamiento de un procedimiento de voladura. Según la presente invención, puede conseguirse uno o más de estos enlaces de comunicación a través de un enlace de radio, inalámbrico, de corto alcance, con la intención de minimizar o evitar por completo las conexiones físicas que, si no, serían necesarias.
- 15 Otros enlaces necesarios para la implementación del sistema electrónico de voladura pueden depender de otros medios de comunicación para el intercambio de datos. Por ejemplo, aunque el cuadro (20) de voladura puede comunicarse con el registrador (26) de datos usando un enlace de radio, inalámbrico, de corto alcance, para la comunicación entre el cuadro (20) de voladura y el ordenador (45), puede requerirse un enlace de radio, inalámbrico, de largo alcance. En este caso, el cuadro (20) de voladura está adaptado para comunicarse con diferentes componentes de hardware usando diferentes procedimientos/protocolos de comunicación. El uso combinado de un enlace de radio, inalámbrico, de corto alcance, y uno o más procedimientos/protocolos de comunicación se requerirá, invariablemente, en un sistema electrónico de voladura, ya que es poco probable que incluso el uso de redes de comunicaciones basadas en enlaces de radio, inalámbricos, de corto alcance, sea práctico o conveniente en un sitio de voladura completo.
- 20

REIVINDICACIONES

- 5 1. Sistema (10) electrónico de voladura que comprende una pluralidad de componentes de hardware que incluyen una máquina (20) de voladura y al menos un detonador (12.1 a 12-n) electrónico, en el que al menos dos componentes de entre la pluralidad de componentes de hardware están adaptados para comunicarse entre sí a través de un enlace de radio, inalámbrico, de corto alcance, en el que los al menos dos componentes están adaptados para comunicarse entre sí a través de un enlace de radio, inalámbrico, de corto alcance, según se requiere, de manera específica, cuando los componentes se acercan entre sí.
- 10 2. Sistema (10) de voladura según la reivindicación 1, en el que los al menos dos componentes de hardware son seleccionados de entre componentes de hardware que serán consumidos/destruidos cuando el sistema electrónico de voladura sea empleado en un procedimiento de voladura.
- 15 3. Sistema (10) de voladura según la reivindicación 1, en el que la comunicación entre los al menos dos componentes de hardware es unidireccional.
4. Sistema (10) de voladura según la reivindicación 1, en el que la comunicación entre los al menos dos componentes de hardware es bi-direccional.
- 20 5. Sistema (10) de voladura según la reivindicación 1, en el que los al menos dos componentes de hardware se comunican entre sí usando un protocolo de comunicación Bluetooth®, de corto alcance.
6. Sistema (10) de voladura según la reivindicación 1, en el que los al menos dos componentes de hardware se comunican entre sí usando un protocolo de comunicación IEEE 802.15.4, de corto alcance.
- 25 7. Sistema (10) de voladura según la reivindicación 1, que comprende solo dos componentes que están adaptados para comunicarse entre sí a través del enlace de radio, inalámbrico, de corto alcance.
8. Sistema (10) de voladura según la reivindicación 1, que comprende tres o más componentes que están adaptados para comunicarse entre sí a través del enlace de radio, inalámbrico, de corto alcance.
- 30 9. Sistema (10) de voladura según la reivindicación 1, en el que los al menos dos componentes de hardware se comunican entre sí usando un protocolo de comunicación IEEE 802.11, IEEE 802.15.4, IEEE 1451 (para conectar sensores a transceptores) o Bluetooth®, de corto alcance, o usando un sistema operativo TinyOS y redes de sensores orientadas a plataforma.
- 35 10. Sistema (10) de voladura según la reivindicación 1, que comprende múltiples redes inalámbricas, en el que cada red inalámbrica comprende al menos dos componentes de hardware que están adaptados para comunicarse entre sí a través de un enlace de radio, inalámbrico, de corto alcance.
- 40 11. Sistema (10) de voladura según la reivindicación 10, en el que los componentes de hardware dentro de la misma red inalámbrica están adaptados para comunicarse entre sí a través del enlace de radio, inalámbrico, de corto alcance, según se requiere, de manera específica, cuando los componentes se sitúan cerca, unos de los otros.
- 45 12. Sistema (10) de voladura según la reivindicación 11, en el que los al menos dos componentes de hardware se comunican entre sí usando un protocolo de comunicación IEEE 802.11, IEEE 802.15.4, IEEE 1451 (para conectar sensores a transceptores) o Bluetooth®, de corto alcance, o usando el sistema operativo TinyOS y redes de sensores inalámbricos orientados a plataforma.
- 50 13. Procedimiento de comunicación de datos en un sistema electrónico de voladura que comprende una pluralidad de componentes de hardware que incluyen una máquina (20) de voladura y al menos un detonador (12.1 a 12n) electrónico, en el que los al menos dos componentes de hardware, de entre la pluralidad de componentes de hardware, están adaptados para comunicarse entre sí a través de un enlace de radio, inalámbrico, de corto alcance, cuyo procedimiento comprende la formación de una red de área personal, inalámbrica, entre al menos dos de entre la pluralidad de componentes de hardware y la comunicación de datos a través de la red de área personal, inalámbrica.
- 55

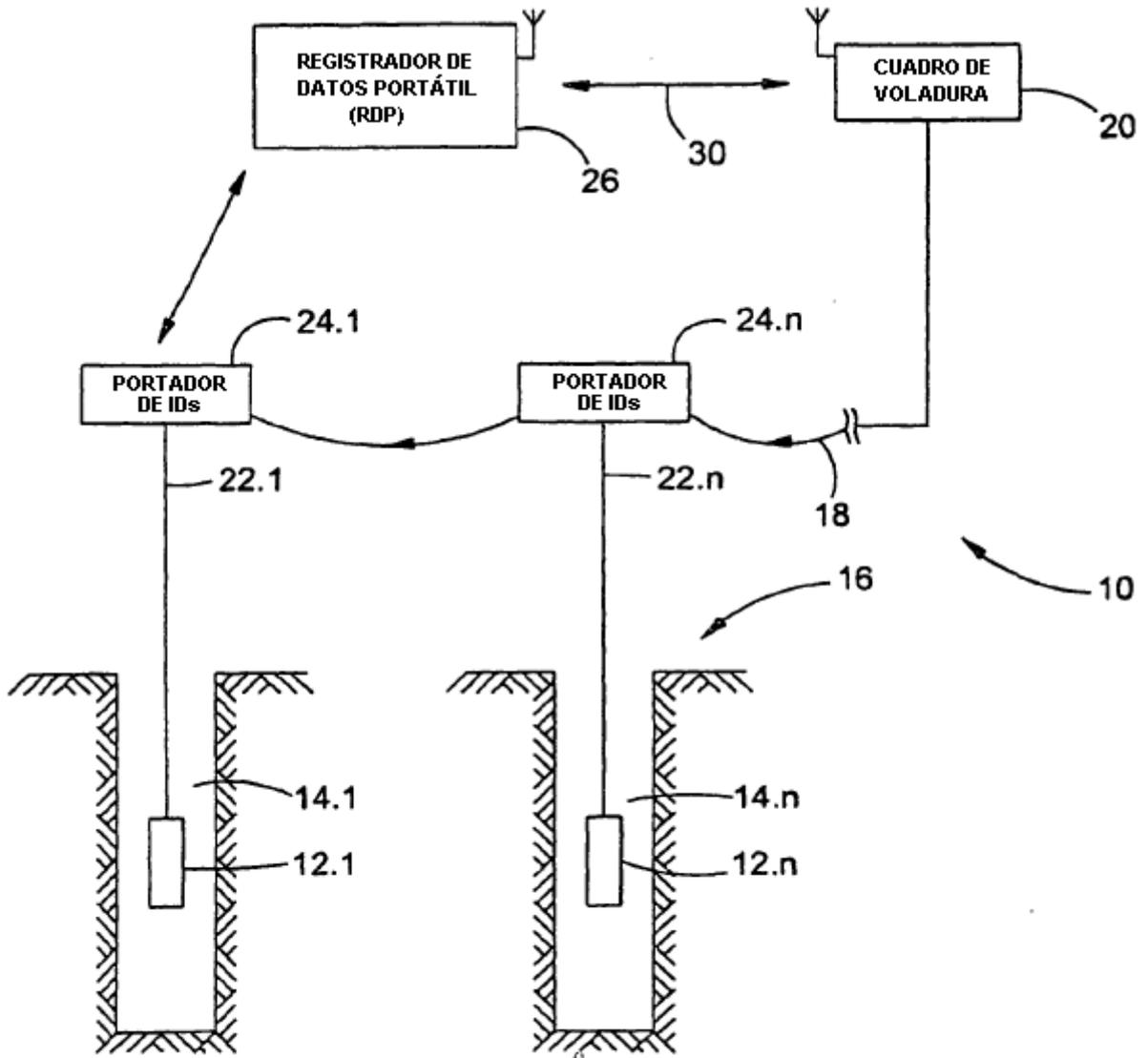


FIGURA 1

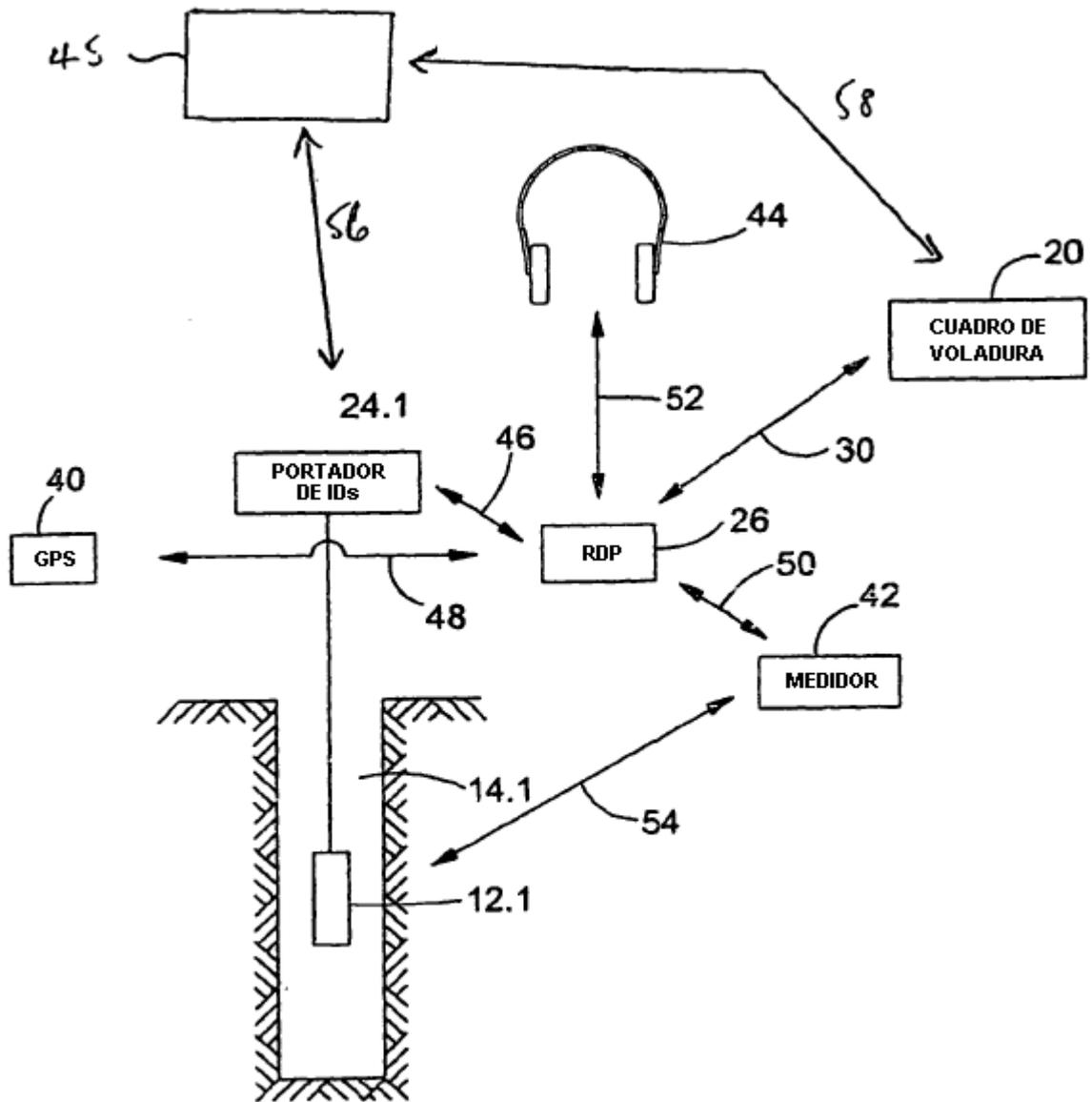


FIGURA 2