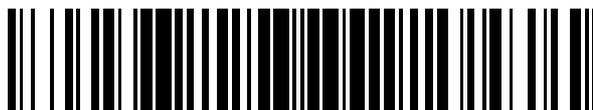


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 760 998**

51 Int. Cl.:

**F42D 1/05** (2006.01)

**F42C 11/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **04.08.2016 PCT/ZA2016/050028**

87 Fecha y número de publicación internacional: **18.05.2017 WO17083885**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **04.08.2016 E 16847591 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.10.2019 EP 3374729**

54 Título: **Detonador inalámbrico**

30 Prioridad:

**09.11.2015 ZA 201508238**

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

**18.05.2020**

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**VENTER, FRANCOIS y  
MULLER, ELMAR LENNOX**

74 Agente/Representante:

**CURELL SUÑOL, S.L.P.**

ES 2 760 998 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**

Detonador inalámbrico.

**5 Antecedentes de la invención**

La presente invención se refiere a un detonador inalámbrico.

10 La publicación de patente internacional WO 01/59401 A1 da a conocer un detonador inalámbrico que incluye una unidad de control, un elemento de encendido, una fuente de energía, que está configurada para activar el elemento de encendido como respuesta a una señal de la unidad de control y un módulo de comunicación.

15 La publicación de patente internacional WO 2006/047823 A1 da a conocer un detonador inalámbrico que utiliza una unidad inalámbrica de recogida de energía electromagnética.

20 Para que un detonador inalámbrico se use de manera segura y eficaz, el mismo se debe activar (encender) inmediatamente después del despliegue. Puesto que los detonadores inalámbricos disponen de una fuente de energía incorporada, típicamente una batería, debe evitarse una situación en la que la vida de la batería pueda superarse antes de que tenga lugar el encendido del detonador.

25 En una solución a este problema, un detonador se ha equipado con un interruptor de láminas magnético que se habilita, usando un imán adecuado, en el momento en el que el detonador se coloca en un barreno. No obstante, este planteamiento no resulta completamente satisfactorio ya que un interruptor de láminas puede ser accionado erróneamente por un campo magnético parásito, tal como el correspondiente generado, por ejemplo, por un conductor portador de corriente.

30 En un planteamiento diferente, se usa una señal óptica para habilitar la batería. Esto puede presentar problemas técnicos. Otra técnica requiere que la batería se cargue en el detonador inmediatamente antes del despliegue. Esto puede ser complicado ya que deben tenerse en cuenta las arduas condiciones que pueden predominar en un entorno minero.

35 Además de estos aspectos, los detonadores inalámbricos son sensibles al consumo de energía. La comunicación con el detonador consume energía la cual se extrae de la fuente de batería incorporada. La comunicación a través de la roca (cuando el detonador se instala en un barreno) es lenta y la transmisión de un mensaje corto puede ocupar un tiempo prolongado, periodo durante el cual la energía puede estar extrayéndose continuamente de la batería. En todo momento debe tenerse cuidado en garantizar que existe una energía adecuada en la batería para activar un elemento de encendido cuando así se requiera.

40 Es un objetivo de la presente invención hacer frente, por lo menos en cierta medida, a los factores mencionados anteriormente.

**Sumario de la invención**

45 La invención proporciona un detonador inalámbrico según la reivindicación 1. Un detonador inalámbrico incluye una unidad de control, un elemento de encendido, una fuente de energía que está configurada para activar el elemento de encendido como respuesta a una señal de la unidad de control, un módulo de comunicación, y una unidad de recogida de energía que recoge energía de un campo electromagnético externo que se usa para alimentar, por lo menos, el módulo de comunicación.

50 La energía recogida también se puede usar para alimentar, por lo menos en parte, la unidad de control.

55 El detonador incluye un sensor que inhibe la activación del elemento de encendido por la fuente de energía y que únicamente permite la activación del elemento de encendido por parte de la fuente de energía si el sensor se sitúa en las proximidades de un explosivo a granel. Por ejemplo, el sensor puede ser sensible a la presencia o ausencia de un explosivo en emulsión. A título de ejemplo, el sensor puede ser sensible a la presencia de la molécula  $\text{NH}_4$ . El mismo sensor o un segundo sensor puede ser sensible a la presencia de la molécula  $\text{NO}_3$ . Pueden diseñarse otros sensores que sean sensibles a moléculas particulares contenidas en un explosivo que se utiliza en un barreno.

60 De acuerdo con otro aspecto de la invención, el detonador incluye una espoleta conectada en un trayecto de corriente entre la fuente de energía y el elemento de encendido y un interruptor que es accionable como respuesta a una señal de la unidad de control para descargar la fuente de energía y para situar en circuito abierto la espoleta. Esta señal puede ser generada por la unidad de control en un instante de tiempo predeterminado, por ejemplo, en caso de que no se haya producido la activación del elemento de encendido a pesar de la recepción de una orden de activación por parte del módulo de comunicación.

65

**Breve descripción del dibujo**

La invención se describe adicionalmente, a título de ejemplo, haciendo referencia al dibujo adjunto el cual es un diagrama de bloques de componentes incluidos en un detonador según la invención.

5

**Descripción de la forma de realización preferida**

El dibujo adjunto ilustra componentes de un detonador 10 según la invención. Los diversos componentes están montados en una carcasa de detonador 12 (ver el dibujo adjunto) de acuerdo con los requisitos. El detonador 10 es uno de una pluralidad de detonadores similares (no representados) incluidos en un sistema de voladura en un emplazamiento de voladura.

10

El detonador 10 incluye una unidad de control 14 que incorpora un temporizador 16, un módulo de comunicación 18, un elemento de encendido 20, por ejemplo, un puente, una mecha o un punto caliente, un explosivo primario 22, una fuente de energía incorporada en forma de una batería 24, una espoleta 26 que está conectada en un trayecto de corriente entre la fuente de energía 24 y el elemento de encendido 20, un interruptor 28, un dispositivo de almacenamiento de energía 30 el cual, típicamente, es una batería o un condensador, y una unidad de recogida energía 32. Opcionalmente, el detonador 10 incluye por lo menos un sensor 34.

15

La unidad de control 14 es un circuito integrado de aplicación específica, diseñado para este fin. El módulo de comunicación 18 incluye normalmente un receptor y, bajo ciertas condiciones, también puede incluir un transmisor de radiocomunicaciones. El interruptor 28 es un interruptor de semiconductores que es accionable como respuesta a una señal de la unidad de control 14. La espoleta 26 es una de las denominadas poliespoletas, montada en una placa de circuito impreso (no representada) que contiene también los diversos componentes mostrados en el dibujo.

20

25

La unidad de recogida de energía 32 comprende una pluralidad de devanados conductores 36, es decir, bobinas, que discurren sobre el área máxima que pueda estar disponible dentro de la carcasa de detonador 12 la cual está realizada a partir de un material adecuado, o la cual, alternativamente, está configurada, para que la energía electromagnética (ondas) pueda incidir sobre los devanados sin resultar atenuada por la carcasa.

30

El sensor de explosivos 34 es sensible a por lo menos una molécula incorporada en un explosivo a granel, por ejemplo, una emulsión, que, durante su uso, se sitúa en un barreno 38. La molécula puede ser  $NH_4$  o  $NO_3$  (por ejemplo). En la práctica, el detonador se posiciona en el explosivo a granel 40 y se usa para encender el explosivo a granel. Según convenga, pueden utilizarse sensores adicionales, sensibles a otras moléculas o parámetros externos, para proporcionar señales de control a la unidad de control 14.

35

El dibujo insertado ilustra esquemáticamente una carcasa de detonador 12 inmersa en un explosivo a granel 40 que se coloca en un barreno 38 en el emplazamiento de la voladura. El sensor 34 se posiciona de manera que permanece expuesto al explosivo a granel 40 y puede detectar la presencia de una molécula diana.

40

En el emplazamiento de la voladura, se utiliza un controlador, por ejemplo, un explosor 42, para la comunicación con los detonadores que están incluidos en el sistema de voladura. Cada detonador 10 se coloca en un barreno respectivo.

45

El explosor 42 puede transmitir órdenes de temporización a los detonadores. Además, puede evaluarse la integridad de cada detonador siempre que cada uno de ellos, como respuesta a una señal de interrogación del explosor 40, sea capaz de transmitir una señal de retorno al explosor 42. Esto se puede realizar de diferentes maneras que son conocidas en la técnica.

50

Las comunicaciones desde el explosor 42 al detonador 10 requieren el establecimiento de un campo electromagnético de alta amplitud. Las señales de comunicación se imprimen (modulan) en el campo electromagnético. Por ejemplo, el emplazamiento de la voladura puede estar rodeado por bobinas de hilo metálico 44 que son portadoras de una señal de energización adecuada generada por el explosor 42. La unidad de recogida de energía 32 está diseñada para extraer energía del campo electromagnético y para almacenar la energía recogida en el dispositivo de almacenamiento de energía 26. La unidad 32 incluye la pluralidad de bobinas 36 que, cuando se exponen al campo electromagnético, hacen que se induzca un flujo de corriente en ellas. La corriente inducida se procesa en el recolector 32 para producir una salida de energía a un voltaje adecuado que se usa para cargar el dispositivo 30. Esta energía almacenada se usa para alimentar la unidad de control 14. La energía de la batería 24 no se usa para alimentar la unidad de control.

55

60

El proceso de recogida de energía puede repetirse según se requiera, ya que cada vez que se establece el campo electromagnético, se recoge, almacena y usa energía para alimentar el detonador 10 en todos los aspectos, que pueden requerirse, excepto para cuando el detonador 10 debe encenderse.

65

Una señal de encendido que es recibida por el receptor 18 se transmite a la unidad de control 14 y es identificada.

Llegado este momento, la unidad de control 14 es accionable para conectar la batería 24 al elemento de encendido 20 y, después de la expiración de un retardo de tiempo asociado al detonador y medido por el temporizador 16, la energía de la batería 24 se usa para encender el elemento de encendido 20 y, de este modo, activar el explosivo primario 22.

5

De este modo, el detonador 10 hace uso de dos fuentes de energía, a saber, la fuente de energía incorporada o batería 24 la cual se usa con el fin de encender el detonador, y los componentes 30, 32 y 36 que se usan con fines comunicativos. Así, la energía de la batería 24 se preserva durante las comunicaciones. Por lo tanto existe la posibilidad de reducir el tamaño y la capacidad de la batería 24 o de hacer uso de una batería impresa orgánica en el detonador 10.

10

Alternativamente a la recogida de energía de un campo electromagnético externo establecido por el explosor 42, o de forma adicional a ello, puede utilizarse un *tagger* diseñado a medida 50. El *tagger* 50 es un dispositivo móvil de mano que genera un campo magnético localizado 52 al cual se expone el detonador 10 inmediatamente antes de que el detonador 10 se introduzca en un barreno 38. A continuación, la energía es recogida y transferida al dispositivo de almacenamiento 30. Esto permite someter a prueba y evaluar las funciones del detonador sin usar energía extraída de la batería 24.

15

Para activar el elemento de encendido 20, la batería 24 debe estar conectada al elemento de encendido. Para mejorar la seguridad del detonador, el sensor 34, que es sensible a su localización en las proximidades de un explosivo a granel 40, únicamente permitirá que la unidad de control 14 conecte la batería 24 al elemento de encendido 20 si el sensor 34 detecta la presencia del explosivo a granel. Bajo estas condiciones, la conexión entre la batería 24 y el elemento de encendido 20 tiene lugar cuando el temporizador 16 ha ejecutado un intervalo de temporización, iniciado tras la recepción de una señal de encendido válida por parte del módulo de comunicación 18.

20

25

Aunque la unidad de control 14 se destruye cuando tiene lugar una voladura, la misma podría continuar funcionando si se produce un fallo de encendido. La unidad de control 14 podría, entonces, seguir siendo capaz de detectar si el elemento de encendido 20 no ha sido activado a pesar de la recepción de una señal de activación válida. No obstante, podría seguir teniendo lugar una activación involuntaria del elemento de encendido con energía que se extrae de la batería 24. Si esta condición de riesgo es detectada por la unidad de control 14, se envía una señal desde la unidad de control 14 al interruptor de semiconductores 28 y la batería 24 se conecta a tierra a través de la espoleta 26. De este modo, la batería 24 se descarga al menos parcialmente y, al mismo tiempo, la espoleta 26 se sitúa en circuito abierto. Este planteamiento de dos etapas ofrece protección contra un encendido involuntario del detonador.

30

35

**REIVINDICACIONES**

- 5 1. Detonador inalámbrico (10) que incluye una unidad de control (14), un elemento de encendido (20), una fuente de energía (24) que está configurada para activar el elemento de encendido en respuesta a una señal de la unidad de control, un módulo de comunicación (18), y una unidad de recogida de energía (32) que recoge energía de un campo electromagnético externo que se utiliza para alimentar, por lo menos, el módulo de comunicación, caracterizado por que el detonador inalámbrico incluye además un sensor (34) que inhibe la activación del elemento de encendido por la fuente de energía y que únicamente permite la activación del elemento de encendido por la fuente de energía si el sensor detecta que el sensor está en las proximidades de un explosivo a granel.
- 10 2. Detonador inalámbrico según la reivindicación 1, en el que la energía recogida se utiliza asimismo para alimentar, por lo menos en parte, la unidad de control.
- 15 3. Detonador inalámbrico según la reivindicación 1, en el que el sensor es sensible a la presencia de la molécula NH<sub>4</sub> o la presencia de la molécula NO<sub>3</sub>.
- 20 4. Detonador inalámbrico según la reivindicación 1, que incluye una espoleta conectada en un trayecto de corriente entre la fuente de energía y el elemento de encendido y un interruptor que es accionable en respuesta a una señal de la unidad de control para descargar la fuente de energía por lo menos parcialmente y poner en circuito abierto la espoleta.
- 25 5. Detonador inalámbrico según la reivindicación 4, en el que la señal es generada por la unidad de control si no se ha producido la activación del elemento de encendido a pesar de la recepción de una orden de activación por el módulo de comunicación.

