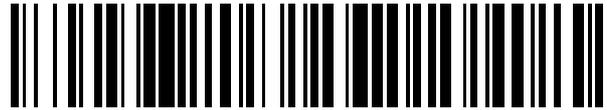


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 567 429**

51 Int. Cl.:

**F42D 1/055**

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.07.2012 E 12756635 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.02.2016 EP 2758747**

54 Título: **Conjunto detonador**

30 Prioridad:

**23.09.2011 ZA 201106962**

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

**22.04.2016**

73 Titular/es:

**DETNET SOUTH AFRICA (PTY) LTD (100.0%)  
AECI Place The Woodlands Woodlands Drive  
Woodmead  
2196 Sandton, ZA**

72 Inventor/es:

**KOEKEMOER, ANDRE;  
SCHLENTER, CRAIG CHARLES;  
LABUSCHAGNE, ALBERTUS A.;  
BIRKIN, CHRISTOPHER MALCOLM y  
VAN DER WALT, HERMAN**

74 Agente/Representante:

**CURELL AGUILÁ, Mireia**

**ES 2 567 429 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**

Conjunto detonador.

**5 Antecedentes de la invención**

La presente invención se refiere a un conjunto detonador.

10 Un detonador electrónico mantiene las ventajas, sobre otros tipos de detonadores, porque entre otras cosas, permite flexibilidad en la programación del funcionamiento del detonador y, en particular, el detonador es capaz de ejecutar con precisión un intervalo de temporización, incluso de una duración de milisegundos.

15 Normalmente, se hace uso de conductores eléctricos, por ejemplo en una configuración de dos cables o de cuatro cables, para interconectar una pluralidad de detonadores electrónicos estableciendo de este modo un sistema de detonación. El coste de los conductores eléctricos, típicamente fabricados a partir de cobre, puede ser relativamente alto y, por lo menos, por esta razón, se ha prestado una atención creciente a interconectar detonadores electrónicos utilizando tubos de señal (también referidos como "tubos de ondas de choque") a fin de componer un sistema de detonación.

20 Un tubo de ondas de choque es resistente es relativamente barato y posee una serie de ventajas sobre los conductores eléctricos. En un sistema de detonación el cual se basa en la utilización de un número de detonadores electrónicos interconectados por medio de tubos de ondas de choque, una trayectoria eléctricamente conductora, sin embargo, no se establece entre los detonadores y un dispositivo externo tal como una máquina de detonación o etiquetador. Cada detonador debe ser capaz de soportar los efectos de la presión producida cuando los detonadores  
25 adyacentes encienden las respectivas cargas explosivas. Por esta razón un alojamiento de detonador normalmente está fabricado a partir de metal, aluminio o cobre. Desgraciadamente el alojamiento metálico es, de forma inherente, eléctricamente conductor y actúa como una protección electromagnética. Esta característica hace difícil, en un sistema a base de tubos de ondas de choque, establecer vínculos de comunicación fiables entre un circuito de comunicación en el interior de un alojamiento de detonador y un dispositivo externo.

30 El documento US 2011/155012 A1 divulga un conjunto detonador, el cual forma el punto de partida para el preámbulo de la reivindicación 1.

35 Existe la necesidad de un medio de establecer la comunicación entre un dispositivo externo y un circuito de comunicación en el interior de un alojamiento de detonador sin hacer una conexión eléctricamente conductora entre el dispositivo externo y el circuito de comunicación.

**Sumario de la invención**

40 La invención proporciona un conjunto detonador que tienen las características de la reivindicación 1.

45 Como se utiliza en la presente memoria, la expresión "frecuencia óptica" incluye frecuencias infrarrojas, visibles y ultravioletas. Una frecuencia infrarroja se considera que queda en el intervalo de frecuencias comprendido entre 300 GHz y 400 THz. Una frecuencia visible descansa en el intervalo comprendido entre 400 THz y 790 THz y una frecuencia ultravioleta descansa en el intervalo comprendido entre 790 THz y 1580 THz.

50 En una forma preferida de la invención sin embargo la frecuencia óptica descansa en el intervalo de frecuencias visibles o infrarrojas. Las fuentes de señal y los sensores de señal los cuales funcionan fiablemente a frecuencias visibles (luz) o infrarrojas están rápidamente disponibles y son relativamente poco caras.

La comunicación que se establece mediante la disposición de comunicación puede ser unidireccional, esto es hacia y desde el circuito en el detonador, o bidireccional esto es hacia y desde el circuito en el detonador. La invención no está limitada a este respecto.

55 La disposición de comunicación puede adoptar cualquier forma adecuada. Si la comunicación tiene lugar a partir del circuito hacia un dispositivo externo, por ejemplo un control, entonces el detonador preferentemente incluye por lo menos un generador de señal el cual funciona a una frecuencia óptica, por ejemplo una fuente de luz. La comunicación se puede lograr modulando una salida del generador de señal. Para permitir que la señal sea transmitida desde el interior del alojamiento de modo que pueda ser detectada fuera del alojamiento se establece  
60 por lo menos una trayectoria de comunicación.

65 En la invención de un dispositivo de propagación de la señal tal como un tubo de ondas de choque se conecta al alojamiento utilizando una clavija. Entonces queda dentro del ámbito de la invención, con el fin de establecer la trayectoria de comunicación, por lo menos un dispositivo de propagación de la señal (tubo de ondas de choque) o parte del mismo, y la clavija, para poder transmitir una señal a una frecuencia óptica, esto es, en la forma preferida de la invención, de ser capaz de transmitir una señal de luz.

De forma similar, si la comunicación se va a efectuar a partir del dispositivo externo hacia el circuito entonces el dispositivo de propagación de la señal (tubo de ondas de choque) y la clavija, o por lo menos uno de estos componentes, debe ser capaz de actuar como un medio para transferir una señal de comunicación, adecuadamente modulada, a una frecuencia óptica.

Si va a tener lugar una comunicación bidireccional, entonces una señal al circuito en el detonador debe ser transferida a una primera frecuencia y una señal desde el circuito debe ser transferida a una segunda frecuencia la cual es diferente de la primera frecuencia.

Si la comunicación tiene lugar desde el dispositivo externo hacia el circuito entonces la disposición de comunicación puede incluir por lo menos un sensor para detectar una señal de entrada a una frecuencia óptica escogida. Si la frecuencia óptica está en la zona de la luz visible entonces el sensor puede comprender por lo menos un sensor de luz.

El dispositivo de propagación de la señal (tubo de ondas de choque) típicamente está coloreado. La frecuencia de funcionamiento a la cual tiene lugar la comunicación puede ser escogida para que sea compatible con el color del tubo de ondas de choque de modo que una indebida atenuación de la señal no ocurra cuando la señal choque en el tubo de ondas de choque. De forma similar, la clavija puede tener un color o cualquier otra característica óptica adecuada la cual se escoge para mejorar la propagación de la señal.

El circuito en el interior del alojamiento del detonador puede estar empotrado, por lo menos parcialmente, en un material transmisor de luz por ejemplo un material plástico adecuado. El material transmisor de luz se escoge para que tenga una atenuación mínima de una señal, en el material, a una frecuencia óptica particular, o de trabajo. Una fuente de luz que choque en este tipo de material es reflejada en los contornos del material con la atmósfera o un entorno que lo rodee y, efectivamente, el material es iluminado completamente interiormente por la luz. Esto facilita sustancialmente la detección de una señal de luz por uno o más sensores los cuales están, preferentemente, empotrados en este material.

El dispositivo externo por ejemplo un control puede incluir una unidad de interfaz la cual está adaptada para recibir el alojamiento del detonador en una relación previamente determinada. El alojamiento del detonador puede ser acoplable con la unidad de interfaz. La unidad de interfaz puede incluir una formación la cual asegure que el alojamiento del detonador adopte una posición u orientación deseada cuando el detonador se acople con la unidad de interfaz. En esta posición u orientación la comunicación a una frecuencia óptica deseada se mejora o facilita. La unidad de interfaz por ejemplo puede incluir uno o más sensores los cuales están posicionados automáticamente con respecto al tubo de ondas de choque o la clavija, en una posición deseada, cuando el alojamiento del detonador está acoplado con la unidad de interfaz.

#### Breve descripción de los dibujos

La invención se describe adicionalmente a título de ejemplo haciendo referencia a los dibujos adjuntos, en los cuales:

la figura 1 es una vista lateral de un conjunto detonador según una forma de la invención;

la figura 2 ilustra un modo de comunicación con el conjunto detonador de la figura 1;

la figura 3 ilustra algunos aspectos del diagrama del circuito de un conjunto detonador según la figura 1 que interactúa con un control externo; y

la figura 4 ilustra un modo diferente de comunicación con el conjunto detonador.

#### Descripción de formas de realización preferidas

La figura 1 de los dibujos adjuntos ilustra desde un lado y en sección transversal un conjunto detonador 10 según la invención el cual incluye un detonador 12 conectado a un tubo de ondas de choque 14.

El detonador 12 incluye un alojamiento metálico tubular 16, por ejemplo de cobre o de aluminio, el cual contiene una cantidad de explosivo 20. Una tarjeta de circuito impreso 22 está posicionada en el interior del alojamiento. La tarjeta de circuito impreso transporta una unidad de control 24, una batería pequeña 26 (la batería está representada en la figura 3 y no en la figura 1) y un sensor 30 el cual es operativo a frecuencias de luz visible o infrarroja según el diseño. Un elemento iniciador 32 está diseñado para disipar energía eléctrica, como es conocido en la técnica, bajo condiciones controladas y de ese modo causar el inicio del explosivo 20. Este aspecto no se describe adicionalmente en este documento.

La mayor parte de la tarjeta de circuito impreso, incluyendo el sensor 30, está empotrada en el material plástico

transparente, posiblemente coloreado 36. El sensor 30 es sensible a una frecuencia óptica la cual tiene una longitud de onda determinada y el color del material plástico es transparente a la misma longitud de onda. Esto es para mejorar la sensibilidad de la disposición en el interior del alojamiento del detonador a la luz que entra de la frecuencia apropiada.

5 El tubo de ondas de choque 14 es de una construcción convencional. El tubo de ondas de choque tiene un extremo interior 40 el cual se opone directamente al sensor 30. El tubo de ondas de choque está rodeado por una clavija 42 la cual se fija al alojamiento 16 por medio de un proceso de engarce 44 en una boca del tubo. La clavija sirve para una serie de funciones. En primer lugar, se utiliza para fijar el tubo de ondas de choque en una orientación deseada al alojamiento 16. En segundo lugar, la clavija proporciona una junta impermeable al agua y esencialmente a prueba de gas entre el interior del alojamiento y la atmósfera. En tercer lugar, la clavija está fabricada a partir de un material el cual es transmisor de luz. Preferentemente el material a partir del cual está fabricada la clavija tiene un color similar al color del material plástico 36.

15 El tubo de ondas de choque tiene una construcción tubular con una funda flexible externo 46 que rodea un paso alargado 48. Una pared del paso (una pared interior de la funda) está cubierta, generalmente, con un material conocido en el mercado como Surlyn. Ha sido establecido a través de pruebas que un tubo de ondas de choque típico, aunque, ostensiblemente, opaco sin embargo es capaz de permitir que la luz se propague a través de sus paredes. Un rayo de luz que apunte a una superficie externa del tubo de ondas de choque es capaz de penetrar en el grosor de la funda y de entrar en el paso 48. La luz en el interior del paso puede ser propagada entonces hasta un cierto alcance a lo largo de la longitud del paso. Alternativamente o adicionalmente la luz se propaga a lo largo de la funda del tubo de ondas de choque.

25 La figura 3 ilustra un circuito típico transportado por la tarjeta de circuito impreso 22 en el interior del detonador. La unidad de control 24 es un microprocesador o a base de lógica y está conectada a una fuente de energía 26 la cual es una batería adecuada. El sensor 30 representado en la figura 1 es tratado como un receptor el cual es eficazmente operativo a una frecuencia de luz determinada. Un dispositivo de transmisión 50 está incluido en el circuito. El dispositivo 50 está representado estando separado del receptor o sensor 30 pero esto es con fines ilustrativos únicamente. Es posible utilizar una configuración en la cual el sensor 30 se puede utilizar para recibir una señal a una frecuencia óptica y transmitir una señal a una frecuencia óptica. Una forma de realización ejemplo de una combinación de este tipo de un sensor y un transmisor es un diodo que emite luz. Opcionalmente las frecuencias de transmisión y de recepción son diferentes para facilitar aspectos de la comunicación. Opcionalmente, la comunicación es tanto únicamente en un modo de transmisión, como únicamente en un modo de recepción, a una frecuencia óptica y la comunicación en la dirección opuesta se consigue por medios alternativos tales como comunicaciones magnéticas o de radiofrecuencia.

La figura 3 ilustra una trayectoria de comunicación 54 de una manera principal. Como se explica más adelante en este documento la trayectoria de comunicación está constituida por la clavija 42 y el material plástico 36. La comunicación también se puede efectuar a través de la funda o paso del tubo de ondas de choque.

40 El conjunto detonador 10 está pensado para ser utilizado con un control externo 60 el cual incluye un procesador 62, una memoria 64, una serie de sensores de luz o receptores 66 y por lo menos un transmisor 68 el cual funciona a una frecuencia óptica. Otra vez es posible que los sensores se doblen como transmisores de luz, si es necesario. Sin embargo, en la figura 3 los receptores y los transmisores están representados como componentes separados.

45 El control externo 60 está representado en la figura 2 vinculado a una unidad de interfaz 74. La unidad de interfaz incluye un cuerpo 76 el cual puede ser manipulado por medio de un operario o el cual está unido de una manera fija a una estructura de soporte apropiada, por ejemplo una carcasa del control 60. El cuerpo 76 está formado con un paso alargado 78 el cual está conformado de modo que el alojamiento del detonador 16 pueda ser posicionado con únicamente un pequeño grado de juego en el interior del paso. El paso tiene un extremo cónico 80 el cual evita que el alojamiento 16 pase completamente a través del paso y lo cual asegura que el alojamiento del detonador adopte una posición deseada cuando el alojamiento está insertado en el interior del paso.

55 Los receptores 66, representados en la figura 3, están posicionados en una agrupación empaquetada apretadamente en el interior del cuerpo 76 alrededor del paso 78. Cuando el alojamiento del detonador está correctamente insertado en el interior del cuerpo 76 los receptores 66 están cerca de la clavija 42 del conjunto detonador. El transmisor 68 también está posicionado en el cuerpo. El tubo de ondas de choque 14 se extiende alejándose del cuerpo 76 y pasa a través una abertura 84 en un anillo flexible 86, el cual permite que el alojamiento del detonador sea insertado en el interior del cuerpo 76 con la flexión del anillo. El anillo entonces automáticamente, bajo su resiliencia inherente y natural, salta de vuelta y se apoya en una superficie externa del tubo de ondas de choque evitando eficazmente el acceso de luz a través de la abertura 84 al interior del paso 78.

60 El tubo de ondas de choque 14 se utiliza de una manera convencional para propagar una señal al detonador para causar de ese modo el encendido del elemento 32. Las funciones de codificación, sincronización, temporizar y de control relacionadas están implantadas por medio del circuito 24. La función del control externo 60 es permitir que tenga lugar la comunicación con el circuito 24. Por ejemplo, los datos a partir de la memoria 64 pueden ser

transmitidos al circuito 24 y utilizados para controlar la operación de encendido del detonador. De forma similar, los datos pueden ser transmitidos en la dirección inversa, desde el detonador al procesador, para la validación y otros propósitos funcionales y de control. Estos aspectos no se detallan en este documento.

- 5 Con el fin de que la comunicación entre el conjunto detonador y el control externo se efectúe se utilizan técnicas de comunicación llevadas a cabo a frecuencias ópticas.

Se utiliza una batería 92 transportada por el control 60, o cualquier otra fuente de energía asociada con el control, regulada por el procesador 62, para generar energía lumínica a un nivel bastante alto a través del transmisor 68.  
 10 Esta energía lumínica se modula como sea apropiado, utilizando técnicas convencionales, de modo que los datos puedan ser transportados por la señal de luz. La señal de luz emitida es dirigida hacia la trayectoria 54, esto es en la clavija 42 y una parte de una superficie externa del tubo de ondas de choque 14, en el interior del paso 78 en el cuerpo 76. La luz que choca en la clavija es emitida, entre otras cosas, desde una superficie 44A la cual está encarada hacia el interior del alojamiento 16, véase la figura 1. De forma similar, la luz transportada en el interior del tubo de ondas de choque, tanto a lo largo de la longitud del paso 48 como en el interior del material de la funda 46,  
 15 es dirigida desde el extremo 40 hacia el sensor 30. La luz que choca en el material plástico 36 ilumina interiormente el material para ser refractada o reflejada desde una superficie del material en una interfaz entre el cuerpo de material y el entorno que lo rodea. El sensor 30 está de ese modo eficazmente expuesto a la señal de luz y los datos transportados por la señal de luz pueden ser extraídos de la misma por la unidad de control y utilizados para los propósitos funcionales del detonador.  
 20

En la dirección inversa la fuente de energía 26 se utiliza para alimentar y modular el transmisor 50 el cual, como se ha indicado, puede ser el mismo que el receptor 30. La luz la cual es emitida, ilumina interiormente el material plástico 36 y algo de la luz es transferida a la clavija 44 a través de la superficie 44A la cual está encarada sobre el material 36. Adicionalmente, la luz entra en el tubo de ondas de choque 14 tanto a través del paso 48 como en el interior del material de la funda. Normalmente la luz en la dirección inversa (desde el detonador hacia el control externo) es significativamente menos energética que en la dirección de avance debido a las limitaciones impuestas por la fuente de energía 26. Por esta razón, por lo menos, se prefiere utilizar una pluralidad de sensores 66  
 25 correctamente y próximamente posicionados alrededor de la clavija de modo que la energía la cual es emitida sea efectivamente capturada por los receptores. La señal de luz desde el detonador es descodificada por el procesador 62 y dependiendo de los parámetros funcionales, se evalúa el estado o cualquier otro aspecto del conjunto detonador.  
 30

La cantidad de energía la cual está disponible a partir de la batería o de la fuente de energía 26 asociada con el detonador es limitada y, típicamente, el circuito del detonador se mantiene en un modo de descanso durante un período extendido únicamente para ser "despertado" cuando el detonador va a ser interrogado o colocado en un modo funcional. El funcionamiento del transmisor que emite la luz 50 (típicamente un sensor de luz) generalmente requiere una cantidad relativamente grande de energía. Para mejorar la capacidad de comunicación una cierta cantidad de energía puede ser transferida a frecuencias de la luz desde el control al conjunto detonador. Por  
 35 ejemplo, el conjunto detonador puede incluir una batería utilizada para el procesamiento de datos y propósitos similares y un condensador de almacenaje el cual se utilice para actividades con un consumo de energía más elevado y el cual se carga mediante la conversión de la energía de la luz que entra a través del receptor/transmisor en el cuerpo 76 hacia el conjunto detonador.  
 40

Se prefiere tener un acoplamiento próximo entre el conjunto detonador y el control externo, generalmente de la manera representada en la figura 2. Sin embargo no es esencial hacer uso de esta técnica por que la capacidad de transferencia de datos a una frecuencia de la luz entre una fuente externa y el conjunto del detonador depende, por lo menos, de la sensibilidad de los diversos componentes. La figura 4 por ejemplo muestra una disposición en la cual el control 60 está acoplado en una ubicación 96 a un tubo de ondas de choque 14. La ubicación 96 está, relativamente, a una distancia considerable de un detonador 12 el cual, generalmente, es de la clase descrita con relación con la figura 1. El control puede introducir energía, a una frecuencia de la luz, en el interior del tubo de ondas de choque a través una pluralidad de transmisores 68A los cuales están separados circunferencialmente  
 45 alrededor del tubo. La energía de la luz que entra en el tubo de ondas de choque puede ser efectivamente transportada sobre una distancia bastante sustancial hacia el detonador, para la detección por uno o más sensores en el interior del detonador. De forma similar, una señal de luz emitida por el detonador puede ser transferida al interior del tubo de ondas de choque para la detección en la ubicación 96. Esta disposición podría ser utilizada para comunicar con un detonador después de que haya sido desplegado en un taladro de un barreno, a través de una unidad de control la cual es exterior al agujero de un barreno por ejemplo situado en la superficie.  
 50  
 55

**REIVINDICACIONES**

- 5 1. Conjunto detonador (10), que incluye un alojamiento (16), al cual está conectado un tubo de ondas de choque (14), un explosivo (20) en el alojamiento (16), un elemento iniciador (32) expuesto al explosivo (20), y un circuito (22) para controlar el funcionamiento del elemento iniciador, caracterizado por que el conjunto detonador incluye una disposición de comunicación (62, 68, 54, 42, 14), que puede establecer una comunicación bidireccional entre el circuito (22) y un control externo (60) por lo menos a una frecuencia óptica, estando el tubo de ondas de choque (14) conectado al alojamiento (16) utilizando una clavija (42), y siendo por lo menos uno de entre el tubo de ondas de choque (14) y la clavija (42) capaz de transmitir unas señales de la comunicación bidireccional.
- 10 2. Conjunto detonador según la reivindicación 1, caracterizado por que la frecuencia óptica está en el intervalo comprendido entre 300 GHz y 790 THz.
- 15 3. Conjunto detonador según la reivindicación 1 o 2, caracterizado por que la disposición de comunicación (62, 68, 54, 42, 14) incluye por lo menos un sensor (30) para detectar una señal a la frecuencia óptica.
- 20 4. Conjunto detonador según la reivindicación 1, caracterizado por que por lo menos uno de entre el tubo de ondas de choque (14) y la clavija (42) está coloreado para reducir la atenuación de la señal a la frecuencia óptica.
- 25 5. Conjunto detonador según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado por que el circuito (22) en el interior del alojamiento del detonador (16) está empotrado, por lo menos parcialmente, en un material transmisor de luz (36).
6. Conjunto detonador (10) según la reivindicación 3 en combinación con una unidad de interfaz (74), que puede ser acoplada con el alojamiento del detonador, caracterizado por que la unidad de interfaz incluye uno o más sensores (66), los cuales son sensibles a la señal a la frecuencia óptica, y los cuales están posicionados automáticamente con respecto al tubo de ondas de choque (14) o la clavija (42) cuando el alojamiento del detonador está acoplado con la unidad de interfaz (74).

