

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 633 483**

51 Int. Cl.:

**F42D 1/055** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **16.04.2014 PCT/ZA2014/000020**

87 Fecha y número de publicación internacional: **08.01.2015 WO15003192**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.04.2014 E 14820556 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **31.05.2017 EP 3017272**

54 Título: **Procedimiento de comprobación del estado de un sistema detonador cableado**

30 Prioridad:

**04.07.2013 ZA 201304996**

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

**21.09.2017**

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**VAN WYK, RIAAN, LINGENFELDER**

74 Agente/Representante:

**CURELL AGUILÁ, Mireia**

**ES 2 633 483 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

Procedimiento de comprobación del estado de un sistema detonador cableado.

5 **Antecedentes de la invención**

La presente invención se refiere en general a un sistema detonador eléctrico o electrónico cableado y, más particularmente, a un procedimiento de comprobación o confirmación del estado de este tipo de sistema según se describe en el documento WO2005/005921 A.

10

Un sistema detonador electrónico cableado puede incluir un número elevado de detonadores los cuales se conectan individualmente a un arnés por medio de conductores. La interconexión de los diversos componentes en el sistema puede resultar laboriosa. Adicionalmente, la integridad del sistema puede verse comprometida por diversos factores, medioambientales o provocados por el hombre, por ejemplo, por el movimiento de máquinas y similares. Por lo tanto, es importante, antes de activar un sistema detonador, confirmar que todas las conexiones están intactas y que el sistema se encuentra en buen estado.

15

No obstante, la implementación y la ejecución de un proceso para detectar roturas de cables o fugas en un sistema detonador que incluye un número significativo de los mismos, consumen mucho tiempo. Este tipo de proceso requiere una capacidad de comunicarse directamente con detonadores individuales en el sistema, de manera sucesiva. Otro de los aspectos es que, durante el periodo de tiempo que se tarda en llevar a cabo una técnica de confirmación convencional, hay bastantes posibilidades de que pueda producirse un error en una parte del sistema que ya ha sido comprobada.

20

Por ello, es deseable poder comprobar rápidamente la integridad de un sistema detonador cableados, con el fin de reducir la probabilidad de presencia de una discontinuidad en el sistema, en el momento en el que se activa el mismo.

25

**Sumario de la invención**

30

La invención proporciona un procedimiento de comprobación del estado de un sistema detonador cableado, que incluye un arnés y una pluralidad de detonadores conectados al arnés, incluyendo el procedimiento las etapas siguientes:

35

1. desde un primer punto definido en el sistema, propagar un primer impulso de energía al sistema;
2. en un segundo punto definido en el sistema, registrar una primera observación de energía reflejada por el sistema como respuesta al primer impulso;
3. realizar una comprobación en el sistema detonador para determinar su integridad y, si la integridad del sistema es validada;
4. en el primer punto definido, propagar un segundo impulso de energía al sistema;
- 45 5. en el segundo punto definido, registrar una segunda observación de energía reflejada por el sistema como respuesta al segundo impulso; y
6. comparar la primera observación con la segunda observación para detectar una variación en la integridad del sistema detonador cableados.

50

Si la primera observación coincide estrechamente con la segunda observación, entonces se considera que se ha confirmado la integridad del sistema detonador, según queda validada por la comprobación del arnés (etapa 3). Una disparidad, por lo menos en algún sentido, entre la primera observación y la segunda observación, se consideraría como indicativa de que se produjo un fallo en el sistema después de que se hubiera validado la integridad del mismo (etapa 3).

55

Después de una comprobación positiva del arnés, pueden llevarse a cabo otras tareas relacionadas con la implementación del sistema de voladura. Inmediatamente antes de la activación, y esto puede ocurrir al final de un periodo de tiempo prolongado después de que se haya efectuado la comprobación del arnés, se registra la segunda observación y la misma se compara con la primera observación (etapas, 4, 5, y 6). Si esta comparación resulta positiva, entonces el sistema detonador puede iniciarse.

60

Aunque es posible que el primer punto definido esté desplazado con respecto al segundo punto definido, se prefiere, con el fin de garantizar que el impulso atraviese el sistema detonador completo, y al menos por comodidad, que el primer punto definido sea el mismo que el segundo punto definido, y que esté cerca de un extremo físico del sistema detonador o en dicho extremo.

65

La etapa n.º 3 se puede realizar antes que las etapas 1 y 2. La intención en este sentido es disponer de la capacidad de asociar de manera exclusiva una forma de onda, producida por una o más reflexiones de un impulso que se inyecta en el sistema detonador, a la integridad del sistema detonador.

5

Por lo tanto, en un sentido amplio, la invención se basa en el principio de que, una vez que se ha confirmado la integridad del sistema detonador cableado, se determina una característica que está asociada a dicha integridad confirmada, por medio de un primer proceso de registro y, en un periodo de tiempo seleccionado después de esto, se lleva a cabo un segundo proceso de registro para determinar lo que debería ser la misma característica. Si las dos características así determinadas son esencialmente iguales, entonces se acepta que la integridad del sistema permanece sin alteraciones y, a continuación, puede tener lugar la activación.

10

### Breve descripción del dibujo

15

La invención se describe adicionalmente a título de ejemplo, en referencia al dibujo adjunto, el cual es una representación, en forma de diagrama de bloques, de la manera según la cual se pueden monitorizar la integridad de un sistema detonador eléctrico cableado de acuerdo con la invención.

### Descripción de la forma de realización preferida

20

El dibujo adjunto ilustra, en forma de diagrama de bloques, un sistema detonador eléctrico cableado 10 que incluye un arnés de cables 12 al cual está conectada una pluralidad de detonadores 14A, 14B... 14N. Cada detonador está acoplado al arnés por medio de una ramificación respectiva 16A, 16B... 16N. Con este fin, se hace uso de conectores apropiados 18A, 18B... 18N. Tal como es conocido en la técnica, cada detonador está situado en un respectivo barreno 20A... 20N.

25

El número de detonadores 14 en el sistema de voladura puede ser sustancial, por ejemplo, varios cientos. El tiempo que se tarda en conectar cada ramificación 16 entre el arnés 12 y el detonador correspondiente 14 puede ser considerable. Las condiciones de trabajo pueden ser arduas y estar influidas por condiciones medioambientales y factores provocados por el hombre, tales como el paso de máquinas para trabajos de movimientos de tierras, máquinas de perforación, camiones con explosivos, y similares.

30

El sistema detonador está conectado a, y bajo el control de, un dispositivo de control 22, tal como un explosor. El sistema se puede iniciar por medio de señales de activación enviadas desde el dispositivo de control 22 después de que se hayan implementado diversos protocolos de seguridad. Es importante garantizar que, en la medida de lo posible, la integridad del sistema de voladura no se ha visto comprometida en modo alguno en el momento de la activación. Por ejemplo, una rotura en uno de los cables del arnés o en las ramificaciones, o una mala conexión con un detonador, o fugas de cualquiera de los conductores, pueden afectar negativamente al proceso de voladura. Típicamente, antes de que tenga lugar la iniciación, se lleva a cabo una comprobación completa del arnés para confirmar que el sistema está intacto. Si se detecta un funcionamiento deficiente, entonces debe llevarse a cabo una acción correctora. No obstante, el tiempo que se tarda en realizar una comprobación completa del arnés de este tipo puede ser sustancial, y existe la posibilidad de que, mientras se está llevando a cabo la comprobación, pueda surgir un fallo en una parte del sistema que ya ha sido comprobada. Por lo tanto, este tipo de fallo probablemente no sería detectado. Otro de los factores es que, en un periodo de tiempo que va entre la compleción exitosa de una comprobación total del arnés y la activación del sistema, puede producirse un fallo. Nuevamente, la aparición de este tipo de fallo normalmente no puede ser detectada, a no ser que se lleve a cabo una comprobación completa del arnés una vez más.

35

40

45

La implementación del procedimiento de la invención requiere el uso de un generador de señales 30 que tiene la capacidad de generar un impulso de energía 32 en forma de un escalón de voltaje, con un contenido de energía requerido y con una duración definida, un dispositivo de visualización 34 y, opcionalmente, un interruptor aislador 36.

50

El dispositivo de visualización 34 puede ser de cualquier tipo apropiado y, por ejemplo, puede comprender un osciloscopio o un registrador de señales digital, que se puede usar para visualizar y registrar una forma de onda.

55

Si el generador de señales produce una señal, es decir, el impulso de energía 32, que es bastante diferente con respecto a señales utilizadas para la comunicación normal de los detonadores, entonces no se requiere el interruptor 36. Si existe algún grado de similitud entre el impulso de energía 32 y cualquiera de las señales usadas normalmente, entonces se usaría el interruptor 36. En cualquier caso, desde el punto de vista de la seguridad, es deseable usar el interruptor.

60

El dispositivo de control 22 se aísla con respecto al sistema de voladura al abrir el interruptor 36. Si el dispositivo de control 22 está conectado al arnés durante la generación de los impulsos, entonces la impedancia de salida del dispositivo 22 debe ser constante.

65

- El impulso 32 se inyecta en el sistema, por medio del arnés, aguas abajo del interruptor 36. El impulso atraviesa el sistema y, en cada discontinuidad eléctrica o cambio de impedancia del sistema, tiene lugar una reflexión del impulso. La naturaleza de cada reflexión depende de la naturaleza de la discontinuidad o cambio de impedancia. Las diversas reflexiones viajan en la dirección inversa a lo largo del sistema detonador, y producen una forma de onda compuesta que depende, de una manera exclusiva, de las características predominantes, incluyendo discontinuidades, en el sistema de voladura.
- 5
- Se registran datos sobre la forma de onda reflejada compuesta, resultante de la primera inyección del impulso en el sistema. Posteriormente, se realiza una comprobación completa del arnés sobre el sistema detonador usando técnicas apropiadas. Por ejemplo, se interroga y comprueba cada detonador de una manera individual. Si la integridad del sistema detonador es confirmada por la comprobación total del arnés, entonces se acepta que la forma de onda reflejada compuesta representa una condición en la que no está comprometida la integridad del sistema detonador.
- 10
- Si la comprobación del arnés confirma la integridad del sistema detonador, entonces puede llevarse a cabo una implementación adicional del proceso de voladura según resulte apropiado. No obstante, si la comprobación del arnés revela uno o más fallos en el sistema, se toman medidas correctoras apropiadas con el fin de corregir los fallos.
- 15
- Después de que se hayan llevado a cabo todas las tareas adicionales referentes a la implementación del sistema de voladura, pero antes de que tenga lugar la activación, se inyecta en el sistema con el interruptor 32 abierto (según el caso) un segundo impulso de energía, idéntico al impulso de energía que está asociado al sistema de voladura de integridad confirmada. La inyección se realiza en la ubicación en la que se inyectó el primer impulso en el sistema. El instrumento 34, detecta, visualiza y registra una forma de onda reflejada, compuesta, que queda determinada por las características, incluyendo discontinuidades, del sistema detonador. Si la segunda forma de onda reflejada es sustancialmente idéntica a la primera forma de onda reflejada, entonces se acepta que la integridad del sistema de voladura no se ha visto comprometida en el periodo de tiempo intermedio. Entonces puede tener lugar la activación. Si existen diferencias significativas, por ejemplo, sobre la base de la amplitud o el tiempo, entre la segunda forma de onda reflejada y la primera forma de onda reflejada, entonces esto es indicativo de que se ha producido un fallo en el sistema detonador, y se llevan a cabo secuencias de comprobación adecuadas para identificar el fallo, de manera que pueda realizarse una acción correctora.
- 20
- 25
- 30
- En la ejecución del procedimiento de la invención es posible comparar una forma de onda reflejada completa, directamente con otra forma de onda reflejada completa. Alternativamente, se registran características esenciales de cada forma de onda reflejada, tales como amplitud máxima, número de picos de amplitud, y duración de la forma de onda. Esto se puede realizar usando técnicas digitales. A continuación, los conjuntos de características se comparan entre sí, en lugar de comparar mutuamente las formas de ondas totales o completas.
- 35
- Se puede registrar una señal reflejada compuesta única en cualquier fase mientras se está estableciendo el sistema de voladura.
- 40
- Una ventaja significativa de la invención reside en el hecho de que la generación de los impulsos inyectados, la recepción y el almacenamiento de cada forma de onda reflejada resultante, y el proceso de comparación en cuestión, se realizan rápidamente. Esto significa que es posible validar la integridad del sistema detonador en cualquier fase mientras el mismo se está estableciendo. En particular, sin embargo, la integridad del sistema se puede validar de manera rápida inmediatamente antes de que tenga lugar la activación, con un grado elevado de certidumbre de que el sistema detonador estará intacto en el momento de la activación.
- 45

**REIVINDICACIONES**

- 5 1. Procedimiento de comprobación del estado de un sistema detonador cableado (10), que incluye un arnés (12) y una pluralidad de detonadores (14A, 14B... 14N) conectados al arnés (12), incluyendo el procedimiento las etapas siguientes:
- 10 1) desde un primer punto definido en el sistema (10), propagar un primer impulso de energía al sistema (10);
- 2) en un segundo punto definido en el sistema (10), registrar una primera observación de energía reflejada por el sistema (10) como respuesta al primer impulso;
- 15 3) realizar una comprobación en el sistema detonador (10) para determinar su integridad y, si la integridad del sistema (10) es validada;
- 4) en el primer punto definido, propagar un segundo impulso de energía al sistema (10);
- 5) en el segundo punto definido, registrar una segunda observación de energía reflejada por el sistema como respuesta al segundo impulso; y
- 20 6) comparar la primera observación con la segunda observación para detectar una variación en la integridad del sistema detonador cableado (10).
- 25 2. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que, si la primera observación coincide estrechamente con la segunda observación, entonces se considera que se ha confirmado la integridad del sistema detonador (10) según queda validada por la comprobación del arnés (etapa 3).
3. Procedimiento según la reivindicación 1 o 2, en el que el primer punto definido es el mismo que el segundo punto definido.
- 30 4. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que la etapa 3 es anterior a las etapas 1 y 2, y las etapas 4, 5 y 6 se realizan en un periodo de tiempo después de las etapas 1 y 2.
- 35 5. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que, para llevar a cabo la etapa 6, se comparan unos respectivos conjuntos de características de cada observación.

