

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 454 865**

51 Int. Cl.:

F42D 1/05 (2006.01)

F42D 1/055 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.01.2011 E 11706885 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.01.2014 EP 2531809**

54 Título: **Sistema de programación y de encendido de detonadores electrónicos y procedimiento asociado**

30 Prioridad:

02.02.2010 FR 1050717

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

11.04.2014

73 Titular/es:

**DAVEY BICKFORD (100.0%)
Le Moulin Gaspard
89550 Hery, FR**

72 Inventor/es:

**GUYON, FRANCK y
TROUSSELLE, RAPHAËL**

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 454 865 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

Sistema de programación y de encendido de detonadores electrónicos y procedimiento asociado

La presente invención se relaciona con un sistema de programación y de encendido de un conjunto de detonadores electrónicos, así como con un procedimiento de programación correspondiente.

- 5 En la mayor parte de las obras con explosivos, se provoca la detonación de las cargas asociadas con los detonadores, de acuerdo con una secuencia temporal muy precisa, esto con el fin de mejorar el rendimiento de trabajo del explosivo y de controlar mejor los efectos. La reciente aparición de sistemas de tiro de los detonadores electrónicos ha permitido obtener una precisión de esta secuencia temporal bastante superior a la precisión de los sistemas pirotécnicos convencionales,
- 10 Al momento de aplicar los sistemas de tiro de los detonadores electrónicos, un trabajo importante consiste en preparar el plan de tiro de los detonadores que corresponden a esta secuencia temporal, después, de programar y probar estos detonadores “en el frente”, es decir, en la proximidad del hueco de la mina, después de encenderlos desde un “puesto de tiro”, es decir, a una distancia de seguridad de la zona de tiro.
- 15 La publicación WO 97/45696 describe las etapas de programación de los detonadores, que consisten principalmente en utilizar una o varias unidades o consolas de programación para asociar un tiempo de retardo, en milisegundos, a cada uno de los detonadores. El cuadro de asociación correspondiente forma un plan de tiro que, más tarde, se transfiere a una unidad o consola de tiro que posee las capacidades y los códigos de encendido de los detonadores.
- Esta transferencia puede realizarse gracias a la tecnología infrarroja, esta última, necesita un posicionamiento relativo preciso de dos unidades, lo que vuelve difícil de aplicar en un medio de obra o lugar de explotación.
- 20 Otros sistemas de tiro proponen una transferencia de estos datos entre la o las consolas de programación y la consola de tiro con la ayuda de cables de conexión o incluso con la ayuda de tecnologías inalámbricas del tipo Bluetooth (nombre comercial). En el primer caso, puede suceder que el cable falle o tenga error, lo que vuelve imposible la recuperación de los datos de las consolas de programación.
- 25 Por último, las tecnologías utilizadas en la actualidad, que son alámbricas o inalámbricas, por infrarrojo o Bluetooth, necesitan una alimentación eléctrica para asegurar la transferencia de datos.
- Existe, por lo tanto, la necesidad de asegurar esta transferencia de datos hacia la consola de tiro, sin utilizar cables ni alimentación eléctrica de la consola de donde se desea recuperar los datos.
- 30 En la práctica, un operador recorre el sitio de la obra a lo largo y ancho para conectar de manera sucesiva e individual cada uno de los detonadores en una línea de tiro. La unidad de programación del operador está igualmente conectada a la línea de tiro, detecta la conexión de un detonador nuevo e identifica a éste último. El operador captura entonces, a través de un teclado alfanumérico de la consola de programación, un tiempo de retardo asociado a cada uno de los detonadores identificados de manera sucesiva en la línea de tiro. Para el resto de la descripción, se llamará a esta operación “programación de los detonadores”.
- 35 En una variante, en lugar de asociar a cada detonador una información de tiro del tipo de tiempo de retardo, el operador puede precisar, en su unidad de programación, una información de tiro del tipo que identifica el hueco perforado en el sitio en el cual está colocado el detonador detectado, la asociación con un tiempo de retardo podría realizarse posteriormente en la consola de tiro, por ejemplo.
- 40 Al momento de la operación de programación de los detonadores, se realiza una etapa de identificación de los detonadores. Esta identificación consiste en que la unidad de programación recupera un parámetro de identificación del detonador conectado por medio de un intercambio de mensajes en la línea de tiro, este parámetro se memoriza, por ejemplo, en la memoria ROM del detonador electrónico. La unidad de programación memoriza entonces, en la memoria EEPROM, la asociación realizada entre este parámetro de identificación y el tiempo de retardo o el número de hueco capturado correspondiente. El cuadro resultante constituye el plan de tiro.
- 45 En una variante, la identificación puede consistir en que la unidad de programación envía al detonador un parámetro de identificación que será memorizado por el detonador, por ejemplo, en la memoria EEPROM, la unidad de programación memoriza entonces la asociación de este identificador y de la información de tiro del tipo de tiempo de retardo o número de hueco.
- 50 Al momento de realizar tiros importantes, esta operación de programación podría volverse laboriosa rápidamente, con respecto principalmente al número importante de detonadores a conectarse y programarse. Así, podrían ser necesarias varias horas de programación de vez en cuando. En este caso, la operación de programación podría realizarse por varios operadores, cada uno equipado con una consola de programación para programar, con cada una de ellas, una parte del plan de tiro. En la práctica, el plan de tiro se separa en varias zonas, los detonadores de cada una de ellas están conectados en las líneas distribuidoras, el conjunto de estas líneas distribuidoras constituye una red conectada a una línea principal llamada la línea de tiro. En esta configuración, es común utilizar una misma

consola de programación para la programación de una o varias líneas distribuidoras y de no mezclar en una misma línea distribuidora, los detonadores programados por unidades de programación diferentes.

5 Una vez que se efectúa la programación de todos los detonadores, es común además, proceder a las pruebas en el sitio con la ayuda de las consolas de programación. Estas pruebas tienen particularmente, el objeto de verificar que el conjunto de detonadores programados estén bien unidos a la línea de tiro y que ningún otro detonador "intruso" haya sido conectado sin haber sido programado previamente por una consola de programación,

10 Cuando varias consolas de programación se han utilizado para la programación de un tiro, cada una de ellas sólo contiene los parámetros de identificación de una parte de los detonadores presentes en la línea de tiro, que corresponden solamente a los detonadores programados por esta consola. Cada consola procede a las funciones de conteo después de la identificación de los detonadores conectados. Sin embargo, no hay por qué considerar como intrusos, los detonadores programados por las otras consolas. Esto obliga una intervención mental de los operadores, particularmente para comparar el número de detonadores conectados con el número de detonadores programados, sin permitir detectar fácilmente los eventuales intrusos.

15 Excluyendo el caso en donde se utiliza una sola consola de programación, ninguna consola de programación contiene el conjunto de identificadores de los detonadores del plan de tiro. Es por lo tanto, imposible probar de una sola vez el conjunto del plan de tiro.

Existe por lo tanto, igualmente, la necesidad de disponer de medios que simplifiquen las operaciones de prueba realizadas en los conjuntos o líneas de tiro.

20 Además, puede resultar que una unidad de programación sufra de una falla al momento de estas operaciones de programación, por ejemplo, debido a un corte de la batería de alimentación o de una destrucción de material que resulte de un accidente en el lugar de explotación. Tal situación impone una reprogramación integral de los detonadores memorizados inicialmente en el plan de tiro (parcial) de la consola con falla. Por lo tanto, puede producirse así una pérdida de tiempo considerable. Puede suceder igualmente que el operador no pueda terminar sus operaciones de programación porque la batería está descargada y necesita una recarga.

25 Existe igualmente la necesidad de disponer de medios de programación más eficaces, particularmente en el caso de falla de una consola de programación.

En este contexto, la invención aspira a resolver al menos un inconveniente del estado de la técnica, proponiendo particularmente, simplificar la transferencia de datos, incluyendo los planes de tiro programados, entre diferentes consolas.

30 Para este efecto, la invención se relaciona particularmente con un sistema de programación y de encendido de una pluralidad de detonadores electrónicos, cada uno de los cuales está asociado con un parámetro de identificación propio, el sistema comprende:

35 - al menos una unidad de programación que comprende una memoria y dispuesta para determinar los parámetros de identificación de los detonadores electrónicos y de asociarles, de manera individual, en la memoria, una información de tiro, de manera que se forma un plan de tiro;

- una unidad de encendido para recuperar, desde la memoria de al menos una unidad de programación, el plan de tiro formado de las asociación entre los parámetros de identificación y la información de tiro correspondiente, y para controlar una secuencia de tiro de los detonadores a partir del plan de tiro recuperado;

caracterizado porque al menos una unidad de programación comprende:

40 - una etiqueta pasiva de lectura/escritura por radiofrecuencia, provista con una microplaqueta que actúa como una memoria para el almacenamiento del plan de tiro, y

- un lector de radiofrecuencia dispuesto para leer y escribir las etiquetas pasivas, incluyendo la etiqueta pasiva de la unidad de programación.

45 El sistema de acuerdo con la invención se basa en las etiquetas RFID para almacenar los planes de tiro en curso de programación en el sitio o "en el frente". Se entiende por "en el sitio" o "en el frente", las operaciones realizadas en el sitio de la obra en donde los detonadores están implantados. Esta denominación se opone al encendido, que se realiza a distancia a través de la línea de tiro por una consola de encendido, llamada igualmente consola de tiro. En una variante, una consola de encendido "maestra" puede realizar eventualmente varios tiros diferentes por medio de las consolas de encendido "esclavas" y locales, unidas cada una, a una línea de tiro particular.

50 De manera contraria a las memorias EEPROM utilizadas en las soluciones del estado de la técnica, que necesitan una alimentación para acceder, el uso de las etiquetas RFID permite, a pesar de la hostilidad del sitio de la obra a las manipulaciones informáticas, simplificar y asegurar la transferencia de estos planes de tiro hacia las otras consolas, incluso cuando la consola de programación de origen pueda tener falla.

Al transferir un plan de tiro parcial en una nueva consola de programación gracias a los medios RFID, se puede continuar la programación del plan de tiro sin perder lo que se había hecho hasta la falla de la primera consola.

5 Además, al momento de las pruebas realizadas de manera consecutiva a la programación del plan de tiro para varias consolas, la invención simplifica igualmente la transferencia de las programaciones en una consola única. Las pruebas realizadas con la ayuda de esta consola única permiten una identificación más fácil de los detonadores intrusos y reducen, incluso suprimen, la intervención mental del operador.

10 Se observa, además, que de manera contraria a la utilización clásica de las etiquetas pasivas del tipo RFID, en un objeto de identificación con radiofrecuencia, la etiqueta pasiva de la invención, actúa principalmente, en calidad de memoria de datos no correlacionados de una identificación de cualquiera de las consolas de programación que la contenga. Aquí, el plan de tiro memorizado no puede, por vocación, identificar la consola de programación.

Esto resulta claramente de la descripción detallada aquí a continuación, en la cual esta etiqueta pasiva aparece como una memoria temporal de los planes de tiro transferidos antes, ya sea hacia otra consola de programación, ya sea generalmente hacia la consola de encendido.

15 En una modalidad, una primera unidad de programación comprende medios para controlar el lector de radiofrecuencia, dispuestos para leer el plan de tiro en la memoria de la etiqueta pasiva de una segunda unidad de programación y para volver a copiar el plan de tiro leído en la memoria de la etiqueta pasiva de la primera unidad de programación.

Esta disposición permite asegurar una recuperación simple y eficaz de los planes de tiro parcialmente programados por una unidad de programación que tenga una falla.

20 En particular, la etiqueta pasiva comprende, asociado al plan de tiro, un dato de identificación de una zona geográfica a la cual pertenecen los detonadores que forman el plan de tiro. Particularmente, puesto que se utiliza generalmente una consola de programación en una sola línea de tiro o una línea distribuidora, se puede tratar de la identificación de esta línea, por ejemplo, vía un identificador de una consola de tiro esclava y local relacionada con esta línea.

25 Esto simplifica particularmente las reagrupaciones de los planes de tiro, en vista de las pruebas y/o en vista de alimentar las consolas de tiro.

En una modalidad de la invención, la unidad de encendido comprende un lector de radiofrecuencia dispuesto para leer y escribir la etiqueta pasiva de al menos una unidad de programación, con el fin de recuperar el plan de tiro.

30 Gracias a esta configuración, la recuperación del plan de tiro desde la o las consolas de programación se vuelve más fácil, en comparación, por ejemplo, con las técnicas infrarrojas del estado de la técnica.

En particular, la unidad de programación comprende medios de inhibición de su lector de radiofrecuencia, cuando un lector de radiofrecuencia externo transfiere el plan de tiro desde la memoria de esta unidad de programación.

35 Se evitan así los conflictos de lectura de las etiquetas de radiofrecuencia por dos lectores concurrentes. Esto se aplica particularmente cuando la consola de encendido recupera los planes de tiros del conjunto de consolas de programación, pero igualmente cuando se desea concentrar el conjunto de los planes de tiro capturados en una sola consola de programación, por ejemplo, para fines de realizar las pruebas para esta sola consola.

40 De acuerdo con una característica de la invención, la información de tiro comprende un retardo temporal del encendido del detonador correspondiente. El plan de tiro así obtenido es operativo directamente para las consolas de tiro. En particular, los parámetros de identificación son codificados en 24 bits y los retardos temporales son codificados en 14 bits.

Esta configuración permite almacenar, bajo la forma de un cuadro, un plan de tiro compuesto de varios millares de entradas en las etiquetas de radiofrecuencia clásicas, por ejemplo, provista con 32 ko (kilooctetos) de memoria.

45 En una modalidad, al menos una unidad de programación comprende una pluralidad de etiquetas de radiofrecuencia para almacenar cada una, una parte del plan de tiro. Gracias a las técnicas anticollisiones de la lectura de la radiofrecuencia, se conservan las ventajas de la presente invención, ampliando las capacidades de programación de las unidades asociadas.

En otra modalidad, la etiqueta de radiofrecuencia es amovible. También puede ser insertada en otra unidad de programación para proseguir con las operaciones de programación.

50 De manera correlativa, la invención se relaciona igualmente con un procedimiento de programación para el encendido de una pluralidad de detonadores electrónicos, a cada uno de los cuales se le asocia un parámetro de identificación propio, el procedimiento comprende:

- una etapa de determinación, para al menos una unidad de programación que comprende una memoria, de los

parámetros de identificación de los detonadores electrónicos;

- una etapa de asociación, en la memoria de la unidad de programación, de una información de tiro para cada parámetro de identificación determinado, de manera que se forma un plan de tiro;

5 - una etapa de adquisición, para una unidad de encendido apta para realizar una secuencia de tiro de los detonadores, desde la memoria de al menos una unidad de programación, el plan de tiro se forma de la asociación entre los parámetros de identificación y la información de tiro correspondiente;

caracterizado en que la etapa de asociación comprende una escritura por radiofrecuencia de la asociación, en la memoria de una etiqueta pasiva de lectura/escritura por radiofrecuencia.

10 El procedimiento presenta las ventajas similares a aquéllas del sistema expuesto aquí anteriormente, particularmente la disposición facilitada del plan de tiro para otras consolas.

De manera opcional, el procedimiento puede comprender las etapas que se relacionan con las características del sistema de programación y de encendido expuestas anteriormente.

15 En particular, el procedimiento comprende igualmente una etapa de transferencia para la lectura por radiofrecuencia del plan de tiro desde la etiqueta pasiva de una primera unidad de programación hacia la memoria de la etiqueta pasiva de una segunda unidad de programación. Esta transferencia puede, particularmente, operar al momento de la falla de la primera unidad de programación o cuando se desea reagrupar, en el sitio, los planes de tiro de varias consolas de programación, por ejemplo, para realizar las pruebas en la globalidad de los detonadores.

20 De acuerdo con una característica particular, la segunda unidad de programación continúa con las etapas de adquisición y de asociación, de manera que se termina el plan de tiro transferido. Gracias a esta disposición, no se pierde el inicio de la programación del plan de tiro en caso de falla de una primera unidad de programación. Se prevé además, proseguir, con la ayuda de una segunda unidad de programación, por ejemplo, una unidad de refuerzo, la programación de los detonadores, terminando el plan de tiro recuperado de la consola con falla.

25 En una modalidad, la pluralidad de detonadores electrónicos está repartida en varias zonas geográficas distintas, y el procedimiento comprende una etapa de lectura y de asociación de un identificador de una zona geográfica en el plan de tiro en la memoria. Esta etapa puede consistir particularmente, de leer una etiqueta RFID contenida en una consola de tiro esclava, relacionada con la línea de tiro en la cual están conectados los detonadores de la zona geográfica.

Otras particularidades y ventajas de la invención aparecerán todavía en la descripción siguiente, ilustradas por los dibujos adjuntos, en los cuales:

30 - la Figura 1 representa la organización general de un conjunto de tiro para aplicar la invención;

35 - las Figuras 2A, 2B y 2C son representaciones esquemáticas de un conjunto de tiro que comprende los detonadores montados en paralelo, poniendo de manifiesto los circuitos de comunicación establecidos respectivamente al momento de la programación de un detonador, de la transferencia de la información de la unidad de programación hacia la unidad de accionamiento del tiro y al momento de una secuencia de encendido de un tramo de detonadores;

- la Figura 3 representa de manera esquemática una unidad o consola de programación de acuerdo con la invención; y

- la Figura 4 representa de manera esquemática un ejemplo de una unidad de tiro de acuerdo con la invención.

40 Como se representa en la Figura 1, un conjunto de tiro puede estar constituido a partir de los detonadores 1 similares a los presentados en la publicación WO 97/45696. Este conjunto de tiro, igualmente visible en las Figuras 2B y 2C, comprende un número cualquiera de detonadores electrónicos 1 conectados a las líneas distribuidoras 30, las mismas relacionadas con una línea de tiro 40 que a su vez, está relacionada con una unidad de accionamiento del tiro distante 10, llamada también "consola de tiro" o "consola de encendido".

45 Con el fin de reducir el cableado necesario para unir la unidad de accionamiento del tiro distante a la red, se puede proporcionar una misma unidad de accionamiento del tiro distante, llamada "maestra", que envía, por vía de radio, las instrucciones de accionamiento a una pluralidad de unidades de accionamiento del tiro locales, llamadas "esclavas", relacionadas cada una, por ejemplo, con una línea de tiro 40.

Los detonadores 1 pueden utilizarse en un número importante en el montaje en paralelo, hasta más de 1000.

50 Los detonadores 1 están provistos de una memoria no volátil ROM que almacena un identificador único ID_{det} del detonador en 24 bits, por ejemplo. Cualquier otra combinación de parámetros de identificación de los detonadores, tal como aquélla mencionada en la publicación WO 97/45696, puede proporcionarse.

Los detonadores son aptos para dialogar con la consola de tiro 10 (o las consolas esclavas), que puede transmitirles órdenes y recibir de ellos información.

5 El conjunto de tiro comprende igualmente una o varias unidades de programación 20, llamadas igualmente "consolas de programación". Éstas están destinadas a identificar cada uno de los detonadores electrónicos 1 antes o después de su colocación en un hueco perforado en el sitio, y de constituir progresivamente la información de las secuencias de tiro o el "plan de tiro", al momento de esta identificación. Son utilizadas igualmente para transferir esta información del plan de tiro a la consola de tiro 10.

Pueden considerarse tres configuraciones para las conexiones entre los detonadores 1, la consola de tiro 10 y la consola de programación 20.

10 En una primera configuración, representada en la Figura 2A, la consola de programación 20 está conectada de manera sucesiva a cada uno de los detonadores 1. Esta primera configuración corresponde a una primera etapa, durante la cual, un operador en el sitio "programa" el plan de tiro asociando de manera sucesiva cada detonador conectado (y su identificador) a un tiempo de retardo correspondiente, a nivel de la consola de programación 20. Como se verá a continuación, estas asociaciones son memorizadas a través de un cuadro en memoria de la consola de programación 20.

15 En una variante, esta conexión puede consistir de conectar la consola de programación 20 a una línea distribuidora 30, después de detectar, vía los mensajes intercambiados, cada nuevo detonador 1 conectado a esta misma línea, el envío de un mensaje por un detonador conectado recientemente puede ser automático por la conexión o ser manual por el operador.

20 En una segunda configuración, representada en la Figura 2B, la consola de programación 20 está conectada por un enlace de radiofrecuencia, como se describe a continuación, a la consola de tiro 10, mientras que el enlace entre los detonadores 1 y la consola de tiro 10 está desactivado.

Esta segunda configuración corresponde a una segunda etapa, durante la cual, se transfiere de la consola de programación 20 hacia la consola de tiro 10, la información relacionada con el plan de tiro programado.

25 En la tercera configuración, representada en la Figura 2C, la consola de programación 20 y los detonadores 1 están conectados a la consola de tiro 10, los detonadores 1 están relacionados con la consola de tiro 10 por la línea distribuidora 30 y la línea de tiro 40. Como se representa en la Figura 1, el conjunto de tiro puede comprender varias líneas 30 puestas en paralelo, formando así una red bifilar de detonadores.

30 Esta tercera configuración corresponde a una tercera etapa, durante la cual, la consola de tiro 10 es susceptible de comunicarse con los 5 detonadores electrónicos 1, después de una etapa final, al momento de la cual, la consola de tiro 10 puede administrar un procedimiento de tiro y un encendido de los detonadores 1 conectados en las líneas distribuidoras 30 relacionadas con la línea de tiro 40, de acuerdo al plan de tiro previsto.

La consola de tiro 10 y los detonadores 1 intercambian la información por medio de los mensajes binarios codificados, por ejemplo, bajo la forma de palabras de algunos octetos, en la línea de tiro bifilar 30/40.

35 La consola de tiro 10 sirve igualmente para alimentar los módulos electrónicos de los detonadores 1. Esta alimentación constituye la fuente de energía susceptible de iniciar un encendido. De tal manera, los detonadores no presentan el riesgo de un inicio intempestivo fuera de las secuencias de tiro.

40 En el caso de una consola de tiro "maestra" y de las consolas de tiro "esclavas" unidas cada una a una línea de tiro 40, son las consolas esclavas las que se comunican, por un lado, con los detonadores 1 vía la red bifilar y por otro lado, con la consola "maestra" vía radio.

45 Las consolas de tiro 10 y de programación 20 son estructuras vecinas y difieren principalmente por sus funcionalidades, y por lo tanto, por los lógicos de gestión con los que están asociadas. Nótese que, por razones de seguridad, sólo la consola de tiro 10 posee los medios de encendido, particularmente un lógico de control de una secuencia de encendido de los detonadores 1, así como los códigos de encendido. Estos códigos de encendido pueden por ejemplo, estar presentes en la consola de tiro 10 con la ayuda de una tarjeta con micropjaqueta leída por un lector de la tarjeta integrada en esta consola 10.

Como se representa de manera esquemática en la Figura 3, una consola de programación 20 es del tipo portátil, provista de una alimentación autónoma 21 para permitir que un operador recorra el sitio de detonador en detonador, para efectuar particularmente las operaciones de la primera etapa (Figura 2A).

50 La consola 20 posee un enlace común 22 que enlazan un procesador de tratamiento 23, una memoria no volátil 24 para almacenar los lógicos que aplican las funciones de la consola, una interconexión de entrada- salida 25 para conectar la consola 20 ya sea directamente a un detonador 1, ya sea a la red bifilar 30, una interconexión del usuario 26 (particularmente, una pantalla y un teclado alfanumérico de captura) y un lector RFID 27 (identificación por radiofrecuencia).

La consola de programación 20 comprende igualmente una etiqueta RFID 28 provista con una memoria de microplaqueta 280 apta para almacenar los datos. Se entiende por "etiqueta RFID" la asociación clásica de una microplaqueta RFID con una antena, la microplaqueta RFID está provista con medios de comunicación de acuerdo con los protocolos de radiofrecuencia y de las capacidades de almacenamiento.

5 Una etiqueta RFID 28 de capacidad de 32 ko presenta a la vez, una capacidad suficiente para las aplicaciones de programación del plan de tiro de acuerdo con la invención y un costo de adquisición relativamente barato.

10 En una variante, la consola de programación 20 puede comprender varias etiquetas RFID 28 accesibles por el lector 27 y solicitadas sucesivamente cuando la memoria de la etiqueta anterior se utiliza completamente. Los mecanismos anticollisión, bien conocidos por el experto en la técnica, se aplican a nivel de este lector para permitir la lectura de estas etiquetas. Así, se aumenta sin dificultad las capacidades de programación de la consola 20.

En una modalidad, la etiqueta RFID 28 está montada sobre un soporte amovible, por ejemplo, de formato de una tarjeta con microplaqueta. También puede ser extraída fácilmente para ser insertada en otra consola de programación o en la consola de tiro, lo que simplifica la transferencia de datos entre las diferentes unidades.

15 Para aplicar la invención, la memoria de microplaqueta 280 almacena un cuadro PT que forma todo o parte de un plan de tiro por la asociación de un identificador ID_{det} del detonador con un retardo correspondiente al tiempo de retardo del encendido del detonador asociado. Este cuadro puede identificarse con la ayuda de un número del plan de tiro asociado eventualmente con un identificador de la línea de tiro o de las líneas distribuidoras que van a ser programadas por este plan de tiro (por ejemplo, el identificador de la consola de tiro "esclava" enlazada a la línea de tiro). Así, varios cuadros PT pueden memorizarse juntos en la consola de programación 20.

20 Además, se puede prever que un identificador ID_{cons} de la etiqueta RFID 28 se almacene en esta memoria de microplaqueta de manera que permita, vía la asociación etiqueta 28-consola 20, identificar la consola de programación 20 que contiene la etiqueta. En una variante, este identificador puede reemplazarse por un identificador de la consola de programación 20 que contiene esta etiqueta.

25 Los ejemplos de las funciones aplicadas por los lógicos de la memoria no volátil 24 son propuestos en la publicación WO 97/45696, particularmente la recuperación del identificador del detonador 1 conectado al momento de la primera etapa ilustrada por la Figura 2A.

Una función suplementaria de control del lector RF 27 se prevé igualmente. Esta función presenta diferentes subfunciones, tales como una función de escritura, una función de copia, una función de inhibición y una función clásica de lectura.

30 La función de escritura se prevé para llenar el cuadro PT al momento de la primera etapa de programación del plan de tiro.

35 La función de copia permite copiar, por lectura-escritura, el contenido en la memoria de una etiqueta RFID presente en el campo de lectura de la consola 20, hacia la etiqueta RFID 28 de esta misma consola 20. Esta función es aplicada en particular, al momento de la recuperación de un plan de tiro elaborado parcialmente antes de la falla de la consola de programación, o al momento de la fusión de varios planes de tiro parciales en una misma consola 20, en vista de proceder a las pruebas de conexión de los detonadores.

La función de inhibición permite desactivar el lector 27 al momento de la transferencia voluntaria del plan de tiro hacia la consola de tiro 10, hacia otra consola de programación 20 antes de las pruebas, por ejemplo. Esta inhibición puede ser iniciada por la detección automática de otro campo de radiofrecuencia, o manualmente.

40 Tal como se representa de manera esquemática en la Figura 4, la consola de tiro 10 posee, también, un lector RFID 17 apto en particular para leer las etiquetas RFID 28 de las consolas de programación 20 que están presentes en su campo de lectura.

45 La consola de tiro 10 presenta así, una función de transferencia de los cuadros PT almacenados en las consolas de programación 20 para la lectura por radiofrecuencia. El almacenamiento de estos cuadros PT transferidos, puede operarse en una etiqueta RFID 18 propia de la consola de tiro 10, o de preferencia, en una memoria reinscribible 19, del tipo RAM, de la consola de tiro.

Las otras funciones e interconexiones de la consola de tiro 10 son clásicas y similares, por ejemplo, a aquellas descritas en la publicación WO 97/45696.

50 De nuevo con referencia a la Figura 2A, la primera etapa de programación de los detonadores 1 es realizada por una o varias consolas de programación 20. Cada consola puede, por ejemplo, inicialmente, recuperar el identificador (LTi) de la línea de tiro o de las líneas distribuidoras que debe programar. Para hacerlo, la consola de programación 20 lee una etiqueta RFID contenido en la consola de tiro "esclava", conectada a la línea o a las líneas a programar.

Al recorrer el sitio en donde están implantados los detonadores, el operador conecta de manera individual y sucesiva cada detonador 1 a la consola de programación 20.

En una variante, el operador puede conectar la consola de programación 20 a la red bifilar 30 (o a una parte de la misma, por ejemplo, una línea de tiro), ahora desprovista de los detonadores 1. El operador conecta entonces de manera sucesiva cada detonador 1 a la red 30.

5 La conexión de un nuevo detonador 1 a la red o a la consola 20 es detectado por ésta última, la cual recupera de manera automática la 20 identificación ID_{det} del detonador, por intercambio de mensajes vía la interconexión 25.

Se invita entonces al operador, vía la interconexión del usuario 26, a asociar un tiempo de retardo T_{det} al detonador conectado. Esta "programación" puede consistir en la captura de cifras en el teclado numérico para precisar un retardo comprendido entre 1 y 16000 milisegundos, codificando este retardo en 14 bits.

10 En una variante, el tiempo de retardo puede seguir una secuencia lógica y la consola de programación 20 propone entonces de manera automática, un retardo correspondiente a esta secuencia lógica. El operador valida entonces el retardo propuesto o captura otro retardo. La aplicación de esta solución se hace generalmente cuando es fácil para el operador de recorrer el sitio siguiendo el orden lógico de encendido de los detonadores y programando de manera sucesiva estos detonadores, con el fin de tomar partido al máximo de los retardos propuestos de manera automática sin captura manual.

15 La consola de programación 20 asocia entonces, en la memoria RFID, el retardo T_{det} elegido para el detonador seleccionado 1. Esta asociación se memoriza bajo la forma de un cuadro de correspondencias del tipo cuadro de búsqueda, en la memoria de microplaqueta 280. El cuadro siguiente es un ejemplo simplificado del plan de tiro numerado PT1 para la línea de tiro numerada LT1;

CUADRO 1 Plan de tiro PT1 que comprende n detonadores

| PT1-LT1 | |
|---------|------------|
| IDdet | Tdet (rns) |
| 1 | 0 |
| 2 | 5 |
| 3 | 25 |
| | |
| n | X |

20 Cuando varios planes de tiro son memorizados, el operador indica además, a cual plan de tiro (y por ío tanto el cuadro PTi - LTi) debe 10 afectar la asociación capturada.

En el caso particular de la Figura 2A, el detonador 1 programado es desconectado a continuación de la consola 20 y reconectado a la red 30.

25 Estas operaciones son realizadas de manera sucesiva para cada uno de los detonadores 1 a programarse, hasta obtener el plan de tiro completo para todos los detonadores previstos de la línea de tiro LT1.

Resulta, sin embargo, que en el curso de esta primera etapa, la consola de programación 20 tiene una avería (batería 21 agotada) o se daña por las máquinas del lugar de explotación al momento en que el operador está en el sitio, lejos del centro informático que emplea la consola de tiro 10.

30 En estas condiciones, la invención permite recuperar fácilmente, en el sitio, ei plan de tiro creado parcialmente en la consola de programación y de continuar la programación en una consola de refuerzo sin tener que reprogramar los detonadores ya tratados.

35 Para hacer esto, el operador toma una consola de programación de refuerzo 20' idéntica a la consola con falla 20. Cuando la consola co falla está en el campo de lectura RFID de la consola de refuerzo, el operador selecciona la función de copia del cuadro PT propuesto por la consola de refuerzo, gracias particularmente a los identificadores PTi y LTi que permiten identificar de manera cierta la información a recuperarse.

La lectura y escritura en las etiquetas RFID son entonces realizadas de manera clásica y no serán detalladas adicionalmente en la presente.

40 Resulta que la consola de refuerzo recupera la configuración del plan de tiro PT cuando la primera consola de programación tiene una avería.

El operador puede así, proseguir con la programación de los otros detonadores sin haber perdido el trabajo ya efectuado.

La primera etapa de programación puede terminarse por una fase de prueba de la conexión de los detonadores 1 a

la red bifilar. Para hacer esto, la consola de programación 20 que contiene el plan de tiro programado se conecta a la red. En una variante, la prueba puede realizarse sólo en una parte de la red, por ejemplo, en una sola línea distribuidora 30.

5 Al momento de esta prueba, la consola de programación 20 debe verificar que el conjunto de detonadores memorizados en el cuadro PT esté bien conectado a la red y que no haya detonadores intrusos en la red.

En la práctica, para los sitios extensos, varios operadores realizan la primera etapa en paralelo, con la ayuda de varias consolas de programación 20, con el fin de preparar el plan de tiro en un tiempo más corto.

10 En las técnicas conocidas de la tecnología de punta, cada consola de programación es utilizada entonces de manera separada para la prueba. Cada consola dispone de una función de conteo del número de detonadores conectados (vía una rutina de recuperación de todos los detonadores conectados en un instante) y de una función de verificación de la conexión de los detonadores en la memoria por el envío/recepción de 10 mensajes a/de cada uno de estos detonadores (la consola 20 recupera de cada identificador memorizado e interrogado, por el mensaje, la presencia en la línea de tiro del detonador que tiene este identificador). La detección de los intrusos es sin embargo, delicada puesto que entre los detonadores no programados por la presente consola 20, ciertos son programados por otra consola de programación. Las operaciones manuales o mentales son entonces, necesarias y laboriosas.

20 En el marco de la presente invención, al momento de la operación de la prueba, se prevé inicialmente fusionar (por concatenación, por ejemplo), los planes de tiro de varias consolas de programación 20 en una sola de ellas, llamada la consola principal. Por ejemplo, éste puede ser el conjunto de consolas 20 que tengan programada una misma línea de tiro LTi.

En este caso, a partir de una sola rutina de recuperación de todos los detonadores conectados, la consola principal puede determinar de manera automática los detonadores intrusos y si los detonadores programados están todos bien conectados.

25 Partiendo de la lista obtenida por la rutina de recuperación, se marca, en el cuadro PT (con la ayuda de un símbolo, por ejemplo), cada uno de los detonadores programados conectados, y se incrementa un contador de los detonadores intrusos. Estos últimos son, por ejemplo, los detonadores que uno ha olvidado de programar. Las entradas del cuadro PT que al final no están marcados, corresponden a los detonadores mal enlazados a la red.

Se observa, por lo tanto, que por la fusión de los planes de tiro que se vuelve fácil por las etiquetas RFID de acuerdo con la invención, se simplifica en gran medida las operaciones de prueba.

30 Para reunir los planes de tiro, se desactiva el lector RFID 27 de las consolas de programación secundarias 20, vía la función de inhibición, y se presenta toda o parte de estas consolas secundarias en el campo de lectura RFID de la consola principal.

35 Ésta última, por la función de copia detallada aquí anteriormente, transfiere los planes de tiro de cada una de las consolas secundarias hacia su propia memoria 280, y los fusiona en un solo cuadro PT, tomando en cuenta el número del plan de tiro PTi y de la línea de tiro LTi eventual.

Las pruebas pueden realizarse así, con la ayuda de una consola de programación 20 única, para toda la red, sin desconectar ciertos detonadores.

En una variante, se puede reagrupar una subparte de las consolas de programación en función de las zonas de la red, por ejemplo, las líneas de tiro.

40 Después de que el conjunto de detonadores 1 utilizados en la secuencia del plan de tiro ha sido programado y probado, la consola de programación 20, de preferencia la consola principal, que reagrupa el plan de tiro global procedente de la reunificación de los planes de tiro parciales, es unida a la consola de tiro 10, como se representa en la Figura 2B para transferir el plan de tiro.

El lector RFID 27 de la consola de programación 20 es desactivado a través de la función de inhibición.

45 El operador activa entonces la función de transferencia de la consola de tiro 10. Esta activación no puede autorizarse más que después de la introducción de una tarjeta apropiada que contiene los códigos secretos. Cualquier otro componente de seguridad puede emplearse igualmente para autorizar esta activación.

50 El cuadro PT del plan de tiro es ahora, transferido de manera automática a la consola de tiro 10 por la lectura por radiofrecuencia por el lector 17. Si varias etiquetas RFID son accesibles, la consola de tiro 10 puede invitar al operador a seleccionar todas o parte de éstas y todas o parte de los cuadros PTi almacenados en las mismas, para la transferencia. El cuadro PT transferido es almacenado entonces en la memoria RAM de la consola de tiro

En una variante, este cuadro puede almacenarse en una memoria de la etiqueta RFID 18 proporcionada igualmente en la consola de tiro 10. Esta configuración permite aplicar una función de copia hacia una consola de tiro de

refuerzo dado el caso, de manera similar a la función de copia proporcionada para las consolas de programación 20.

Igualmente, si varias consolas de programación 20 se presentan a la consola de tiro 10 para la transferencia de partes del plan de tiro, la consola de tiro 10 fusiona los cuadros PT recuperados para formar el plan de tiro global, tomando en cuenta particularmente el número del plan de tiro PTi 10 asociado a cada cuadro PT de las consolas de programación.

Una vez que el conjunto de los cuadros PT transferidos en la consola de tiro 10, la línea de tiro 40 que conecta la consola de tiro 10 a los detonadores 1 es activada, como aparece en la Figura 2C. La consola de tiro 10 puede entonces, efectuar las pruebas previas a la ejecución de la secuencia de tiro, como se describe en la publicación WO 97/45696: prueba automática de los módulos de encendido de los detonadores en línea, prueba de disponibilidad de los detonadores.

Después de estas pruebas, el operador de una orden de armamento con la tecla correspondiente de la consola de tiro 10, después el encendido con una tecla de tiro. Esta operación provoca el encendido de cada uno de los detonadores con un retardo correspondiente a aquél previsto en el plan de tiro PT cargado en la memoria de la consola de tiro 10. Pueden utilizarse los mecanismos de encendido clásicos, por ejemplo, aquéllos descritos en la publicación indicada anteriormente.

Los ejemplos anteriores no son más que modalidades de la invención que no la limitan.

En particular, se ha descrito anteriormente un cuadro PT en la memoria de las consolas de programación 20 que asocia un identificador del detonador con un retardo. Sin embargo, puede proporcionarse un prepian de tiro, el cual asocia los tiempos de retardo a un conjunto de huecos de una configuración física del sitio. La programación por la consola de programación 20 puede consistir entonces de una asociación de los detonadores 1 con los huecos, el cuadro PT en la memoria asocia entonces un detonador a un hueco del sitio. En este caso, la asociación de un detonador con un retardo se realiza de manera indirecta utilizando el prepian de tiro. Toda la información de tiro, aparte del retardo temporal o un número de hueco, puede asociarse con un detonador a nivel de la consola de programación, por eso, posteriormente, esta información permite constituir una secuencia de tiro (identificador del detonador - retardo temporal de encendido).

Además, la consola de tiro 10 descrita aquí anteriormente tiene una estructura vecina de las consolas de programación 20, que comprende en particular, un lector de radiofrecuencia y eventualmente, una etiqueta RFID. La invención es sin embargo, compatible con las consolas de tiro 10 ya existentes (sin medios de radiofrecuencia). En este caso, las consolas de programación 20 poseen una función de transferencia similar a la de la publicación WO 97/45696, para la transferencia automática del plan de tiro en la memoria hacia la consola de tiro 10 a la que están conectadas, por vía infrarroja o por un enlace filar. Esta función, sin embargo, prevé el control del lector RF 27 de la consola de programación 20 para leer el cuadro PT en la memoria y comunicarlo a la consola de tiro 10 vía una interconexión de comunicación apropiada. Esta función de transferencia automática se aplica por los lógicos almacenados en la memoria no volátil 24.

REIVINDICACIONES

- 1.- Un sistema de programación y de encendido de una pluralidad de detonadores electrónicos (1), cada uno de los cuales está asociado con un parámetro de identificación propio (ID_{det}), el sistema comprende:
- 5 - al menos una unidad de programación (20) que comprende una memoria (280) y dispuesta para determinar los parámetros de identificación de los detonadores electrónicos (1) y de asociarles, de manera individual, en la memoria, una información de tiro (T_{det}), de manera que se forma un plan de tiro (PT);
- 10 - una unidad de encendido (10) dispuesta para recuperar, desde la memoria (280) de al menos una unidad de programación (20), el plan de tiro (PT) formado de la asociación entre los parámetros de identificación (ID_{det}) y la información de tiro (T_{det}) correspondientes, y para controlar una secuencia de tiro de los detonadores a partir del plan de tiro recuperado;
- caracterizado porque al menos una unidad de programación (20) comprende:
- una etiqueta pasiva (28) de lectura/escritura por radiofrecuencia, provista de una microplaqueta (280) que actúa como una memoria para el almacenamiento del plan de tiro (PT), y
- 15 - un lector de radiofrecuencia (27) dispuesta para leer y escribir las etiquetas pasivas, incluyendo la etiqueta pasiva (28) de la unidad de programación (20).
2. -Eí sistema de conformidad con ia reivindicación 1, caracterizado además porque una primera unidad de programación (20') que comprende medios para controlar el lector de radiofrecuencia (27'), dispuestos para leer el plan de tiro (PT) en la memoria de la etiqueta pasiva (28) de una segunda unidad de programación (20) y para volver a copiar el plan de tiro leído en la memoria (280') de la etiqueta pasiva (28') de ia primera unidad de programación (20').
- 20 3. -Ei sistema de conformidad con la reivindicación anterior, caracterizado además porque ia etiqueta pasiva (28) comprende, asociado con el plan de tiro, un dato de identificación (LTi) de una zona geográfica (30, 40) a la cual pertenecen los detonadores (1) que forman el plan de tiro (PT).
4. -El sistema de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado además porque ia unidad de encendido (10) comprende un lector de radiofrecuencia (17) dispuesto para leer y escribir ia etiqueta pasiva (28) de ai menos una unidad de programación (20), de manera que se recupera ei pian de tiro (PT).
- 25 5. -El sistema de conformidad con ia reivindicación anterior, caracterizado además porque la unidad de programación (20) comprende medios de inhibición de su iector de radiofrecuencia (27), cuando un lector de radiofrecuencia externo (17) transfiere el plan de tiro (PT) desde ia memoria (280) de esta unidad de programación (20).
- 30 6. -El sistema de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que la información de tiro comprende un retardo temporal del encendido del detonador correspondiente.
7. -El sistema de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado además por que la etiqueta pasiva que contiene la microplaqueta es amovible.
- 35 8. -Un procedimiento de programación para el encendido de una pluralidad de detonadores electrónicos (1), cada uno de los cuales está asociado con un parámetro de identificación propio (ID_{det}), el procedimiento comprende;
- una etapa de determinación, para al menos una unidad de programación (20) que comprende una memoria (280), de los parámetros de identificación (ID_{det}) de los detonadores electrónicos (1);
- 40 - una etapa de asociación, en la memoria de la unidad de programación, de una información de tiro (T_{det}) en cada parámetro de identificación determinado, de manera que se forma un plan de tiro (PT);
- una etapa de adquisición, para una unidad de encendido (10) apta para controlar una secuencia de tiro de los detonadores, desde la memoria de al menos una unidad de programación, del plan de tiro formado de la asociación entre los parámetros de identificación y la información de tiro correspondiente;
- 45 - caracterizado por que la etapa de asociación comprende una escritura por radiofrecuencia de la asociación, en la memoria de una etiqueta pasiva (28) de lectura/escritura por radiofrecuencia.
9. -El procedimiento de conformidad con la reivindicación anterior, caracterizado además por que comprende una etapa de transferencia para ia lectura por radiofrecuencia del plan de tiro (PT) desde la etiqueta pasiva (28) de una primera unidad de programación (20) hacia la memoria (280') de la etiqueta pasiva (28') de una segunda unidad de programación (20').
- 50 10. -El procedimiento de conformidad con la reivindicación anterior, caracterizado además por que la segunda

unidad de programación (20') prosigue con las etapas de adquisición y de asociación, de manera que se termina el plan de tiro (PT) transferido.

- 5 11. -El procedimiento de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones 8 a 10, caracterizado además por que la pluralidad de detonadores electrónicos (1) está repartida en varias zonas geográficas distintas (30, 40), y el procedimiento comprende una etapa de lectura y de asociación de un identificador (LTI) de una zona geográfica del plan de tiro (PT) en la memoria.

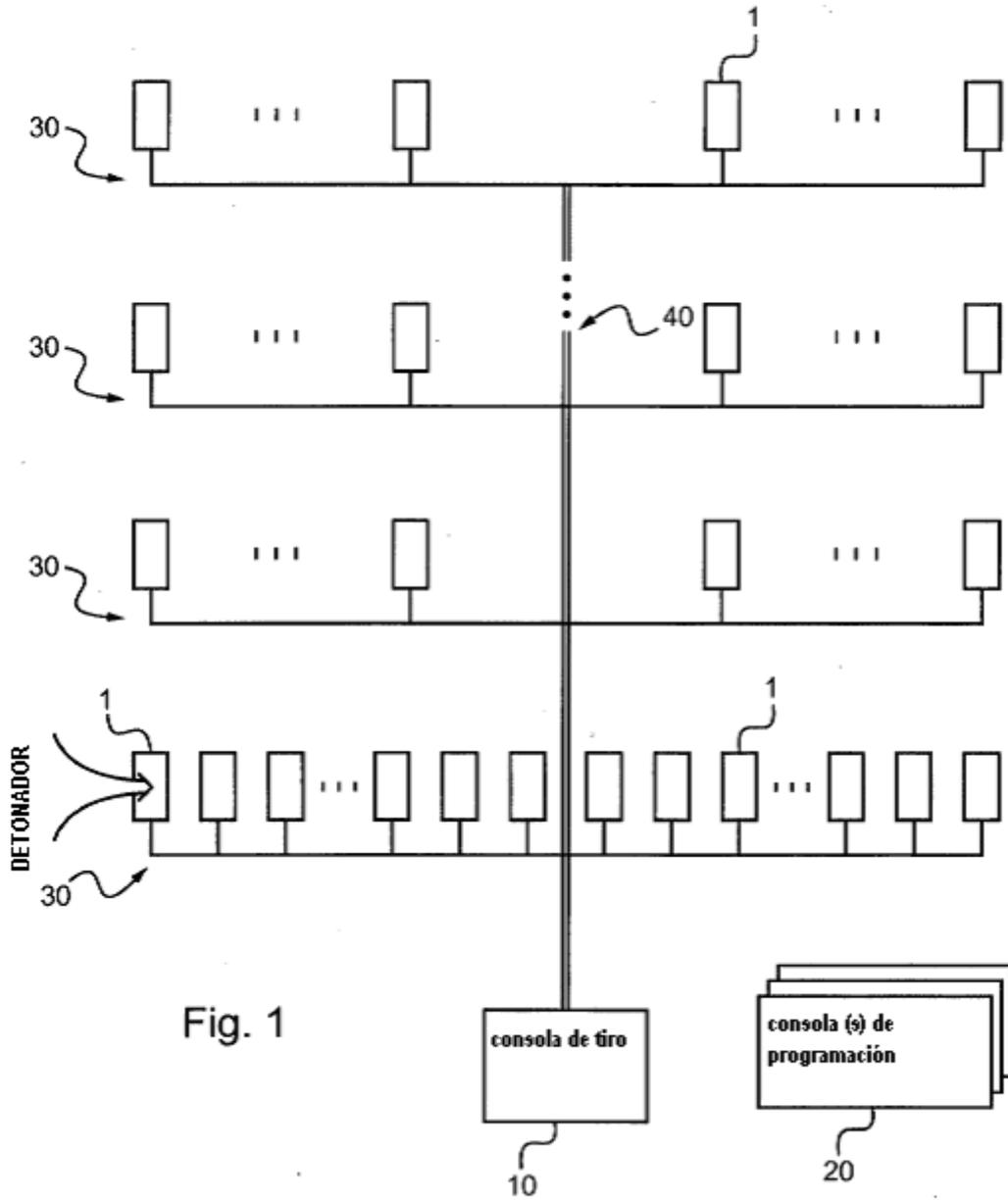


Fig. 1

