

UNIDAD DE MANDO DE DISPARO DE UN CONJUNTO DE DETONADORES **Y SISTEMA DE ENCENDIDO**

La presente invención se refiere a una unidad de mando de disparo de un conjunto de detonadores, así como a un sistema y a un procedimiento de encendido de al menos dos conjuntos de detonadores.

De manera general, la presente invención se refiere al campo de los trabajos con explosivos que implementan un número muy grande de detonadores electrónicos accionados según una secuencia temporal precisa.

En un sistema de encendido, un conjunto de detonadores electrónicos está asociado a una unidad de mando de disparo. En particular, un conjunto de detonadores electrónicos está conectado a una línea de disparo que está unida a una unidad de mando de disparo. La unidad de mando de disparo está diseñada para implementar unas fases de pruebas para verificar el buen funcionamiento de cada detonador electrónico que le está asociado, así como una fase de encendido propiamente dicha del conjunto de detonadores electrónicos.

El número de detonadores electrónicos que pueden estar unidos a una misma línea de disparo es limitado, siendo, por ejemplo, este número del orden de 1.500 detonadores electrónicos.

De este modo, cuando es necesario un número superior de detonadores electrónicos, el sistema de encendido incluye varias unidades de mando de disparo a las que están asociados respectivamente varios conjuntos de detonadores electrónicos. El funcionamiento de las unidades de mando de disparo está controlado por una unidad de mando de disparo distante,

denominándose las unidades de mando de disparo de otra manera unidades de mando de disparo locales.

Para el encendido de los conjuntos de detonadores electrónicos, la unidad de mando de disparo distante envía de manera sincronizada una orden de encendido a las unidades de mando de disparo locales, reenviando, a continuación, cada unidad de mando de disparo local la orden de encendido al conjunto de los detonadores electrónicos que le está asociado.

No obstante, aunque la unidad de mando de disparo distante envía las órdenes de encendido de manera sincronizada, las órdenes de encendido pueden llegar a las unidades de mando de disparo locales en unos instantes diferentes, por el hecho de los plazos diferentes de propagación entre la unidad de mando de disparo distante y cada unidad de mando de disparo local. De este modo, el encendido de cada conjunto de detonadores puede implementarse de manera desincronizada.

El documento francés FR 2 984 484 describe una solución para encender de manera sincronizada, unos conjuntos de detonadores electrónicos unidos respectivamente a unas unidades de mando de disparo locales. Una unidad de entre las unidades de mando de disparo locales se elige como unidad de mando de disparo maestra, siendo las otras unidades de mando de disparo locales unas unidades de mando de disparo locales esclavas. En este documento, cada unidad de mando de disparo local incluye un módulo electrónico de sincronización conectado a una línea de disparo que une un conjunto de detonadores electrónicos a la unidad de mando de disparo local maestra. De este modo, en un montaje de este tipo, cuando la unidad de mando de disparo local maestra envía una orden de encendido al conjunto de los detonadores

electrónicos que le está asociado, el módulo electrónico de sincronización en cada unidad de mando de disparo local esclava también recibe la orden de encendido. A la recepción de la orden de encendido, las unidades de mando de disparo local esclavas implementan el encendido de los detonadores que le están respectivamente asociados.

La elección de la unidad de mando de disparo maestra se realiza por un operario durante el cableado de los diferentes elementos que forman el sistema de encendido. De este modo, el cableado debe realizarse tomando en cuenta el papel de maestra o de esclava de cada unidad de mando de disparo. Una vez unidos entre sí los elementos del sistema, el papel de maestra o de esclava de las unidades de mando de disparo ya no puede modificarse, salvo realizando de nuevo el cableado.

La presente invención tiene como finalidad proponer una unidad de mando de disparo de un conjunto de detonadores que permite hacer más flexible la configuración de un sistema de encendido.

Para este efecto, la presente invención tiene como propósito según un primer aspecto, una unidad de mando de disparo que incluye un módulo de control y unos primeros bornes diseñados para recibir una línea de disparo a la que está unido un conjunto de detonadores electrónicos.

Según la invención, la unidad de mando de disparo incluye, además, unos segundos bornes diseñados para recibir una línea de sincronización a la que está unida una segunda unidad de mando de disparo y unos medios de conmutación que pueden estar configurados según varias configuraciones, de modo que los medios de control pueden estar conectados o desconectados de los primeros bornes o de los segundos bornes respectivamente y los primeros bornes y los

segundos bornes pueden estar conectados o desconectados entre sí.

De este modo, la unidad de mando de disparo puede presentar unas configuraciones diferentes en función de la configuración de los medios de conmutación.

Por consiguiente, configurando los medios de conmutación, la unidad de mando de disparo puede configurarse una vez instalada en un sistema de encendido, es decir, una vez unida a los otros elementos que forman un sistema de encendido. Además, la configuración de la unidad de mando de disparo puede modificarse, por ejemplo, en función de la operación que debe implementarse en un sistema de encendido, sin necesitar la modificación del cableado por un operario.

Puede estar configurada, por ejemplo, como unidad de mando de disparo maestra o esclava gracias a los medios de conmutación o presentar una configuración adecuada para la realización de las fases de pruebas.

Según una característica, los medios de conmutación pueden estar configurados de modo que el módulo de control está conectado a los primeros bornes, estando los primeros y segundos bornes conectados entre sí o que el módulo de control está desconectado de los primeros bornes y de los segundos bornes, estando los primeros y los segundos bornes conectados entre sí.

De este modo, según una primera configuración de los medios de conmutación, el módulo de control está unido a los primeros bornes, permitiendo estos primeros bornes la conexión de una línea de disparo a la que está unido un conjunto de detonadores electrónicos. Además, según esta primera configuración de los medios de conmutación, los primeros bornes y los segundos bornes están conectados entre sí, permitiendo los segundos bornes la conexión

de una línea de sincronización a la que está unida una segunda unidad de mando de disparo.

En esta primera configuración, el módulo de control de la unidad de mando de disparo controla el funcionamiento del conjunto de los detonadores unido a la unidad de mando de disparo y del conjunto de detonadores unido a la segunda unidad de mando de disparo.

Según una segunda configuración de los medios de conmutación, el módulo de control está desconectado de los primeros bornes y los primeros bornes están unidos a los segundos bornes.

Según otra característica, los medios de conmutación pueden estar configurados de modo que el módulo de control está unido a los segundos bornes, estando los primeros bornes y los segundos bornes desconectados entre sí.

En esta configuración, no se transfiere ninguna tensión en los segundos bornes a los primeros bornes.

Según también otra característica, los medios de conmutación pueden estar configurados de modo que el módulo de control está unido a los primeros bornes, estando los primeros bornes y los segundos bornes desconectados entre sí.

Esta configuración puede utilizarse para implementar unas pruebas sobre un conjunto de detonadores que llegaría a conectarse a los primeros bornes.

Según una característica, los medios de conmutación incluyen un primer módulo de conmutación y un segundo módulo de conmutación, permitiendo el primer módulo de conmutación la conexión del módulo de control a los primeros bornes o al segundo módulo de conmutación y permitiendo el segundo módulo

de conmutación la conexión o la desconexión del primer módulo de conmutación a los segundos bornes.

De este modo, según las configuraciones de los medios de conmutación, el módulo de control puede conectarse a los primeros bornes y/o a los segundos bornes y los primeros bornes y los segundos bornes pueden conectarse entre sí o desconectarse.

Según una característica, en una configuración de los medios de conmutación, el primer módulo de conmutación está configurado para que el módulo de control esté conectado a los primeros bornes y el segundo módulo de conmutación está configurado para que los primeros bornes y los segundos bornes estén conectados entre sí.

En esta configuración, el módulo de control, los primeros bornes y los segundos bornes están unidos entre sí.

Según otra característica, en una segunda configuración de los medios de conmutación, el primer módulo de conmutación está configurado para que el módulo de control esté desconectado de los primeros bornes y el segundo módulo de conmutación está configurado para que los primeros bornes y los segundos bornes estén conectados entre sí.

Por ejemplo, los medios de conmutación incluyen unos relés electromecánicos.

La presente invención tiene como propósito según un segundo aspecto, un sistema de encendido de al menos dos conjuntos de detonadores que incluyen al menos dos unidades de mando de disparo, incluyendo cada unidad de mando de disparo unos primeros bornes que reciben una línea de disparo a la que está unido un conjunto de detonadores.

Según la invención, dichas al menos dos unidades de mando de disparo están conectadas entre sí a través de una línea de sincronización, incluyendo cada unidad de mando de disparo unos segundos bornes que reciben la línea de sincronización, un módulo de control y unos medios de conmutación que pueden estar configurados según varias configuraciones, de modo que los medios de control pueden estar conectados o desconectados de los primeros bornes o de los segundos bornes respectivamente y los primeros bornes y los segundos bornes pueden estar conectados o desconectados entre sí.

De este modo, gracias a los medios de conmutación en cada unidad de mando de disparo, el sistema de encendido puede configurarse una vez que los diferentes elementos constitutivos están unidos entre sí. En particular, la configuración (o modo de funcionamiento) de cada unidad de mando de disparo puede establecerse una vez que los elementos que forman el sistema de encendido están unidos entre sí e incluso modificarla sin necesitar desconectar y volver a conectar los elementos.

Según una característica, los medios de conmutación de una unidad de mando de disparo maestra pueden estar configurados de modo que el módulo de control está conectado a los primeros bornes y que los primeros bornes y los segundos bornes están conectados entre sí y los medios de conmutación de una unidad de mando de disparo esclava pueden estar configurados de modo que el módulo de control está desconectado de los primeros bornes y de los segundos bornes y que los primeros bornes y los segundos bornes están conectados entre sí.

De este modo, en la primera unidad de mando de disparo, por el hecho de la configuración de los medios de conmutación, el conjunto de detonadores

unido a los primeros bornes está conectado al módulo de control, gestionando, de este modo, esta primera unidad de mando de disparo el funcionamiento del conjunto de detonadores electrónicos que le está asociado. Este conjunto de detonadores electrónicos está unido, además, a través de los segundos bornes y la línea de sincronización a la segunda unidad de mando de disparo, en particular, a los segundos bornes de esta segunda unidad de mando de disparo.

En la segunda unidad de mando de disparo, por el hecho de la configuración de los medios de conmutación, el conjunto de detonadores unido a los primeros bornes está conectado a los segundos bornes y el módulo de control está desconectado de los primeros bornes.

De este modo, el conjunto de detonadores conectado a la primera unidad de mando de disparo está unido al conjunto de detonadores conectado a la segunda unidad de mando de disparo y el módulo de control de la primera unidad de mando de disparo está unido a los conjuntos de detonadores asociados respectivamente a la primera unidad de mando de disparo y a la segunda unidad de mando de disparo, implementándose el encendido de los conjuntos de detonadores con una única orden de disparo emitida por la primera unidad de mando de disparo.

De este modo, la primera unidad de mando de disparo tiene un papel de unidad de mando de disparo maestra y la segunda unidad de mando de disparo tiene un papel de unidad de mando de disparo esclava.

Según una característica, los medios de conmutación de dichas al menos dos unidades de mando de disparo pueden estar configurados de modo que el módulo de control está unido a los primeros bornes, estando los primeros bornes y los segundos bornes desconectados entre sí.

En una configuración de este tipo, el módulo de mando de cada unidad de mando de disparo está conectado al conjunto de detonadores unido a los primeros bornes, gestionando el módulo de control de cada unidad de control el funcionamiento del conjunto de detonadores unido a los primeros bornes. Esta configuración puede utilizarse, por ejemplo, durante la fase de pruebas de los detonadores.

Según una característica, los medios de conmutación de dichas al menos dos unidades de mando de disparo pueden estar configurados de modo que el módulo de control está unido a los segundos bornes, estando los primeros bornes y los segundos bornes desconectados entre sí.

En una configuración de este tipo, el módulo de control de las unidades de mando de disparo está unido a los segundos bornes, estando los segundos bornes de las unidades de mando de disparo unidos entre sí. Estando los segundos bornes y los primeros bornes desconectados entre sí, no transmitiéndose unas tensiones presentes sobre la línea de sincronización que une las unidades de control por los segundos bornes a las líneas de disparo a las que están unidos respectivamente los conjuntos de detonadores.

De este modo, se evitaría la propagación sobre la línea de disparo de una tensión presente en los segundos bornes.

Según una característica, las unidades de mando de disparo están unidas por vía radio a una unidad de mando de disparo distante.

La presente invención tiene como propósito según un tercer aspecto, un procedimiento de encendido de al menos dos conjuntos de detonadores en un sistema de encendido, incluyendo el sistema de encendido al menos dos unidades de mando de disparo, incluyendo cada unidad de mando de disparo

unos primeros bornes que reciben una línea de disparo a la que está unido un conjunto de detonadores, unos segundos bornes, un módulo de control y unos medios de conmutación, estando dichas al menos dos unidades de mando de disparo conectadas entre sí a través de una línea de sincronización unida a dichos segundos bornes, incluyendo dicho procedimiento de configuración la configuración de dichas al menos dos unidades de mando de disparo según una configuración, incluyendo dicha configuración de dichas al menos dos unidades de mando de disparo el posicionamiento de los medios de conmutación, de modo que los medios de control pueden estar conectados o desconectados de los primeros bornes o de los segundos bornes respectivamente y que los primeros bornes y los segundos bornes pueden estar conectados o desconectados entre sí.

La conexión del módulo de control, de los primeros bornes y de los segundos bornes de cada unidad de control está configurada gracias al posicionamiento de los medios de conmutación, implementándose este posicionamiento cuando los dos conjuntos de detonadores están conectados respectivamente a las dos unidades de mando de disparo, estando las dos unidades de mando de disparo unidas entre sí.

Según una característica, el procedimiento incluye la configuración de las unidades de mandos de disparo según una configuración de acoplamiento que incluye:

- el posicionamiento de los medios de conmutación de una unidad de mando de disparo maestra, de modo que dicho módulo de control está conectado a dichos primeros bornes y que dichos primeros bornes y dichos segundos bornes están conectados entre sí; y

- el posicionamiento de los medios de conmutación de una unidad de mando de disparo esclava, de modo que el módulo de control está desconectado de los primeros bornes y de los segundos bornes y que los primeros bornes y los segundos bornes están conectados entre sí.

De este modo, gracias al procedimiento, los medios de conmutación de la primera unidad de mando de disparo están posicionados de modo que la unidad de mando de disparo tiene el papel de unidad de mando de disparo maestra y los medios de conmutación de la segunda unidad de mando de disparo están posicionados de modo que tiene el papel de unidad de mando de disparo esclava.

Según otra característica, el procedimiento incluye la configuración de las unidades de mando de disparo según una configuración de prueba que incluye el posicionamiento de los medios de conmutación de las unidades de mando de disparo, de modo que el módulo de control está unido a dichos segundos bornes, estando los primeros bornes y los segundos bornes desconectados entre sí.

El sistema de encendido y el procedimiento de encendido presentan unas ventajas análogas a las descritas anteriormente con referencia a la unidad de mando de disparo según la invención.

Otras particularidades y ventajas de la invención se pondrán de manifiesto también en la descripción de a continuación.

En los dibujos adjuntos, dados a título de ejemplos no limitativos:

- la figura 1 es una ilustración esquemática de un sistema de encendido de varios conjuntos de detonadores electrónicos según un modo de realización de la invención;
- la figura 2 es un esquema que ilustra una unidad de mando de disparo

según un modo de realización de la invención;

- la figura 3 ilustra un organigrama que representa el procedimiento de configuración de un sistema de encendido según un modo de realización de la invención; y

- las figuras 4A y 4B representan unas configuraciones de un sistema de encendido según un modo de realización de la invención;

La **figura 1** representa un sistema de encendido 1 que incluye varias unidades de mando de disparo 10 y varios conjuntos de detonadores 20, estando cada conjunto de detonadores 20 asociado a una unidad de mando de disparo 10.

En el modo de realización representado en la figura 1, el sistema de encendido incluye tres unidades de mando de disparo, así como tres conjuntos de detonadores 20.

Por supuesto, el número de unidades de mando de disparo y de los conjuntos de detonadores puede ser diferente.

El sistema de encendido incluye, además, una unidad de mando de disparo distante 30 que manda el funcionamiento de las unidades de mando de disparo 10.

Las unidades de mando de disparo 10 son, de este modo, unas unidades de mando de disparo locales.

En el modo de realización representado, los detonadores electrónicos de un conjunto de detonadores electrónicos 20 están unidos en paralelo sobre una línea de disparo 21, estando la línea de disparo conectada a una unidad de mando de disparo 10.

El número de detonadores electrónicos de un conjunto de detonadores

electrónicos 20 unidos en paralelo sobre la misma línea de disparo 21 puede variar y llegar, por ejemplo, hasta 1.500 detonadores electrónicos.

Los detonadores electrónicos 20 están diseñados para dialogar con la unidad de mando de disparo 10, gestionando la unidad de mando de disparo 10 su funcionamiento y alimentándolos.

Cada unidad de mando de disparo 10 incluye unos primeros bornes 11 diseñados para recibir una línea de disparo 21 a la que está unido un conjunto de detonadores electrónicos 20 y unos segundos bornes 12 diseñados para recibir una línea de sincronización 22 a la que está unida una segunda unidad de mando de disparo 10.

De este modo, las unidades de mando de disparo 10 están unidas entre sí, por medio de una línea de sincronización 22.

De este modo, una línea de sincronización 22 está unida a los segundos bornes 12 de dos unidades de mando de disparo 10.

Cada unidad de mando de disparo 10 incluye, además, unos medios de control 13 que gestionan su funcionamiento, así como el funcionamiento de los detonadores 20 que le están unidos.

Cada unidad de mando de disparo 10 incluye, además, unos medios de conmutación 14 que pueden estar configurados según varias configuraciones.

Como se describirá más en detalle con referencia a la figura 2, en función de la configuración según la que los medios de conmutación 14 están configurados, el módulo de control 13 puede conectarse o desconectarse de los primeros bornes 11 y de los segundos bornes 12 y los primeros bornes 11 y segundos bornes 12 pueden conectarse o desconectarse entre sí.

De este modo, la unidad de mando de disparo 10 puede presentar unas

configuraciones diferentes en función de la configuración de los medios de conmutación 14.

Como se describirá más abajo, cada unidad de mando de disparo 10 puede estar configurada según unas configuraciones diferentes, por ejemplo, en función de la fase de funcionamiento o la operación que debe implementarse por el sistema de encendido 1.

Ulteriormente se describirán unas configuraciones de los medios de conmutación y de la unidad de mando de disparo.

Una unidad de mando de disparo según un modo de realización se representa en la **figura 2**.

Una unidad de mando de disparo 10 incluye un módulo de control 13. El módulo de control 13 está configurado, en concreto, para comunicar con los detonadores electrónicos 20 asociados a la unidad de mando de disparo 10, así como para alimentarlos.

En un modo de realización, el módulo de control 13 incluye unos circuitos electrónicos tal como un microcontrolador 130, que gestiona el funcionamiento de la unidad de mando de disparo 10, en particular, del módulo de control 13. El módulo de control 13 incluye, además, unos dispositivos de control 131 que permiten alimentar o no alimentar los detonadores electrónicos 20. Los dispositivos de control 131 incluyen, por ejemplo, unos amplificadores de potencia.

De este modo, por ejemplo, el microcontrolador 130 del módulo de control 13 envía unas señales de mando a los dispositivos de control 131, con el fin de activar o no las salidas de los amplificadores de potencia que permiten alimentar o no alimentar el conjunto de los detonadores 20.

Además, la unidad de mando de disparo 10 incluye unos medios de conmutación 14.

En un modo de realización, los medios de conmutación 14 incluyen un primer módulo de conmutación 140 y un segundo módulo de conmutación 141.

En el modo de realización descrito, el primer módulo de conmutación 140 está dispuesto entre el módulo de control 13 y el segundo módulo de conmutación 141. De este modo, el primer módulo de conmutación 140 une la salida del módulo de control 13 a los primeros bornes 11 o a la entrada del segundo módulo de conmutación 141.

El segundo módulo de conmutación 141 está dispuesto entre el primer módulo de conmutación 140 y los segundos bornes 12. De este modo, el segundo módulo de conmutación 141 puede unir la salida 140B, 140C del primer módulo de conmutación 140 a los segundos bornes 12.

En el modo de realización representado, el primer módulo de conmutación 140 incluye un primer relé electromecánico RL1 y tiene una entrada 140A que recibe la salida del módulo de control 13 y unas primera y segunda salidas 140B, 140C.

Se observará que la entrada del primer relé electromecánico RL1 corresponde a la entrada 140A del primer módulo de conmutación 140 y que las salidas corresponden a las salidas 140B, 140C del primer módulo de conmutación 140.

El segundo módulo de conmutación 141 incluye en este modo de realización, unas primera y segunda entradas 141A, 141B y unas primera y segunda salidas 141C, 141D.

La primera salida 140B y la segunda salida 140C del primer módulo de

conmutación 140 corresponden a las entradas 141A, 141B del segundo módulo de conmutación 141.

En particular, en el ejemplo de realización descrito, la primera salida 140B del primer módulo de conmutación 140 está unida a la primera entrada 141A del segundo módulo de conmutación 141.

Además, la segunda salida 140C del primer módulo de conmutación 140 está unida a la segunda entrada 141B del segundo módulo de conmutación 141.

Además, la primera salida 140B del primer módulo de conmutación está unida a los primeros bornes 11.

El segundo módulo de conmutación 141 puede, en función de su configuración, conectar o desconectar a los segundos bornes 12, la salida del primer módulo de conmutación 140 y conectar o desconectar los primeros bornes 11 a los segundos bornes 12.

De este modo, cuando el primer relé electromecánico RL1 se encuentra en una primera posición (no representada), el módulo de control 13 está unido a la primera entrada 141A del segundo módulo de conmutación 141 y a los primeros bornes 11.

Cuando el primer relé electromecánico RL1 se encuentra en una segunda posición (posición representada en la figura 2), el módulo de control 13 está unido a la segunda entrada 141B del segundo módulo de conmutación 141 y desconectado de los primeros bornes 11.

De este modo, en función de la configuración del segundo módulo de conmutación 141, el módulo de control 13 puede encontrarse conectado o desconectado de los segundos bornes 12 y los primeros bornes 11 pueden encontrarse conectados o desconectados de los segundos bornes 12.

En el modo de realización representado, el segundo módulo de conmutación 141 incluye un segundo y tercero relés electromecánicos RL2, RL3.

El segundo relé electromecánico RL2 une la primera entrada 141A o la segunda entrada 141B del segundo módulo de conmutación 141 a una salida 1410.

El tercer relé electromecánico RL3 une su entrada 1411 a la primera salida 141C o a la segunda salida 141D del segundo módulo de conmutación 141. La entrada 1411 está unida en este documento a la salida 1410 del segundo relé electromecánico RL2.

De este modo, las entradas del segundo relé electromecánico RL2 corresponden a las primera y segunda entradas 141A, 141B del segundo módulo de conmutación 141 y la primera salida 141C y la segunda salida 141D del segundo módulo de conmutación 141 corresponden a las salidas del tercer relé electromecánico RL3.

En el modo de realización descrito, la primera salida 141C del segundo módulo de conmutación 141 está unida a los segundos bornes 12 de la unidad de mando de disparo 10.

De este modo, el segundo relé electromecánico RL2 conecta o desconecta las salidas 140B, 140C del primer módulo de conmutación 140 al tercer relé electromecánico RL3, conectando o desconectando este tercer relé electromecánico RL3 la salida 1410 del segundo relé electromecánico RL2 a los segundos bornes 12.

En particular, cuando el segundo relé electromecánico RL2 se encuentra en una primera posición (la representada en la figura 2), la primera salida 140B del primer módulo de conmutación 140 está unida al tercer relé electromecánico

RL3. Estando esta primera salida 140B unida a los primeros bornes 11, los primeros bornes 11 se encuentran, de este modo, unidos al tercer relé electromecánico RL3.

Cuando el segundo relé electromecánico RL2 se encuentra en una segunda posición (no representada), la segunda salida 140C del primer módulo de conmutación 140 está unida al tercer relé electromecánico RL3.

Cuando el tercer relé electromecánico RL3 se encuentra en una primera posición (representada en la figura 2), la salida del segundo relé electromecánico RL2 está unida a los segundos bornes 12. Es decir, que ya sea la primera salida 140B, ya sea la segunda salida 140C del primer módulo de conmutación 140 está unida a los segundos bornes 12.

Cuando el tercer relé electromecánico RL3 se encuentra en una segunda posición (no representada) los segundos bornes 12 se encuentran desconectados, es decir, que ninguna de las salidas 140B, 140C del primer módulo de conmutación 140 está unida a los segundos bornes 12.

Por consiguiente, gracias a las diferentes configuraciones posibles de los relés electromecánicos RL1, RL2, RL3 en los módulos de conmutación 140, 141, la unidad de mando de disparo 10 puede presentar varias configuraciones.

De este modo, por ejemplo, las unidades de mando de disparo en un sistema de encendido pueden estar configuradas en función de la operación que debe implementarse por el sistema de encendido sin por ello deber desconectar las unidades de mando de disparo 10 entre sí.

Por ejemplo, como se describirá más abajo, cuando el sistema de encendido va a implementar una fase de prueba de los detonadores, las unidades de mando de disparo 10 se configuran como se representa en la figura

4A y cuando el encendido de los conjuntos de detonadores 20 va a implementarse, las unidades de mando de disparo 10 se configuran como se representa en la figura 4B. Las figuras 4A y 4B se describirán ulteriormente.

Una vez que los conjuntos de detonadores 20 están unidos a las unidades de mando de disparo 10 respectivamente y que las unidades de mando de disparo 10 están unidas entre sí de dos en dos por medio de líneas de sincronización 22, puede implementarse un procedimiento de encendido de los detonadores 20 tal como el representado en la figura 3.

De este modo, en función de la operación realizada en el procedimiento de encendido, las unidades de mando de disparo presentan unas configuraciones diferentes (tales como se representan, por ejemplo, en las figuras 4A y 4B).

La **figura 3** ilustra un procedimiento de encendido de acuerdo con un modo de realización. El procedimiento se implementa una vez que se han implementado unas pruebas (por ejemplo, unas autopruebas) de la integridad de los elementos que componen cada unidad de mando de disparo 10.

El procedimiento incluye una etapa de selección E1 de la unidad de mando de disparo 10 que tiene un papel de maestra de entre el conjunto de las unidades de mando de disparo 10.

En un modo de realización, la unidad de mando de disparo maestra seleccionada es la que ocupa la posición del medio de entre las unidades de mando de disparo.

En un modo de realización tal como el representado por la figura 1, la unidad de mando de disparo maestra corresponde a la posicionada entre dos unidades de mando de disparo.

Se observará que una unidad de mando de disparo se define como que está posicionada en el medio cuando las líneas de sincronización 22 que la unen a las otras unidades de mando de disparo tienen las resistencias más pequeñas.

Cuando las resistencias son iguales, para varias unidades de mando de disparo, la unidad de mando de disparo maestra seleccionada corresponde a la que tiene el mayor número de detonadores conectados a los primeros bornes.

Cuando el número de unidades de mando de disparo en el sistema de detonación es par, no existe una única unidad de mando de disparo posicionada en el medio, sino dos unidades de mando de disparo.

En este caso, la unidad de mando de disparo maestra seleccionada corresponde a la que tiene el mayor número de detonadores conectados a los primeros bornes, de entre las dos unidades de mando de disparo posicionadas en el medio de las unidades de mando de disparo.

Se observará que cuando el sistema de detonación no tiene más que dos unidades de mando de disparo, la unidad de mando de disparo maestra seleccionada corresponde a la unidad de mando de disparo que tiene el mayor número de detonadores electrónicos unidos a los primeros bornes.

Si el número de detonadores electrónicos es idéntico, la unidad de mando de disparo maestra seleccionada es la que se ha registrado la primera en la unidad de mando de disparo distante 30.

En un modo de realización, el procedimiento incluye una fase de prueba E2 de los detonadores.

Durante la fase de prueba 2 de los detonadores, cada una de las unidades de mando de disparo 10 implementa la prueba del conjunto de detonadores 20 que le está asociado.

De este modo, durante la fase de prueba E2, el procedimiento incluye una etapa de posicionamiento en configuración de prueba E20 de los medios de conmutación 14, de modo que las unidades de mando de disparo 10 están configuradas según una configuración de prueba. Esta configuración de prueba se representa en la figura 4A. En la etapa de posicionamiento en configuración de prueba E20, los medios de conmutación 14 están posicionados de modo que el módulo de control 13 está unido a los primeros bornes 11, estando los primeros bornes 11 y los segundos bornes 12 desconectados entre sí.

De este modo, cada unidad de mando de disparo 10 puede gestionar el funcionamiento del conjunto de detonadores 20 unido a los primeros bornes 11, realizando cada unidad de mando de disparo 10 la fase de prueba del conjunto de detonadores 20 que le está asociado durante una etapa de prueba E21 propiamente dicha.

La prueba de los conjuntos de detonadores 20 asociados respectivamente a unas unidades de mando de disparo 10 se implementa en paralelo, implementándose la etapa de prueba E21 rápidamente.

La etapa de selección de la unidad de mando de disparo maestra E1 y la fase de prueba E2 (que incluye la etapa de posicionamiento de prueba E20 y la etapa de prueba E21 propiamente dicha), pueden implementarse en un orden diferente que el representado en la figura 3.

Por supuesto, en la fase de prueba E2, la etapa de posicionamiento de prueba E20 antecede siempre a la etapa de prueba E21 propiamente dicha.

De este modo, la fase de prueba E2 (E20, E21) puede implementarse previamente a la etapa de selección de la unidad de mando de disparo maestra E2.

En el modo de realización representado, una vez terminada la etapa de prueba E21, el posicionamiento de cada unidad de mando de disparo 10 en configuración de acoplamiento se implementa durante una etapa de posicionamiento en configuración de acoplamiento E3.

Se observará que la configuración de acoplamiento de cada unidad de mando de disparo 10 es función del papel que tiene en el sistema de mando de disparo, es decir, si tiene un papel de unidad de mando de disparo maestra o esclava.

De este modo, la etapa de determinación de la unidad de mando de disparo maestra E1 debe implementarse previamente a la implementación de la etapa de posicionamiento de acoplamiento E3.

Se observará, además, que en la configuración de acoplamiento, la totalidad de los conjuntos de detonadores 20 están unidos eléctricamente, que la totalidad de las líneas de disparo 21 y de las líneas de sincronización 22 del sistema de encendido están unidas eléctricamente y que la totalidad de los conjuntos de detonadores 20 del sistema de encendido está unido al módulo de control 13 de una unidad de mando de disparo 10 que tiene el papel de unidad de mando de disparo maestra (10B en las figuras 4A y 4B).

En el modo de realización descrito, una vez que la configuración de acoplamiento se ha implementado, los conjuntos de detonadores 20 se cargan durante una etapa de carga E4 y, a continuación, se encienden propiamente dicho durante una etapa de encendido E5. La carga E4 y el encendido E5 son unas operaciones que conoce el experto en la materia y no se describirán en este documento.

En este modo de realización, la carga de la totalidad de los detonadores

20 del sistema 1 se implementa por la unidad de mando de disparo maestra.

Según otros modos de realización, la etapa de carga se implementa previamente a la etapa de acoplamiento. En este caso, cada unidad de mando de disparo implementa la carga de los detonadores conectados a sus primeros bornes.

En el modo de realización descrito, la etapa de carga E4 se implementa una vez implementado el posicionamiento en configuración de acoplamiento E3.

Por consiguiente, la unidad de mando de disparo maestra implementa la carga de la totalidad de los conjuntos de detonadores 20, implementándose la carga rápidamente. Además, la fiabilidad del encendido está más mejorada en el momento en que la carga de los detonadores no depende del buen funcionamiento de la totalidad de las unidades de mando de disparo.

Las **Figuras 4A y 4B** representan esquemáticamente un sistema de detonación o de encendido 1 de acuerdo con un modo de realización, que incluye tres unidades de mando de disparo locales 10A, 10B, 10C y tres conjuntos de detonadores 20.

En el modo de realización descrito, las unidades de mando de disparo 10A, 10B, 10C tienen una estructura idéntica tal como la descrita con referencia a la figura 2, pero presentan unas configuraciones diferentes entre sí en función de la fase de funcionamiento del sistema de encendido 1.

En la **figura 4A**, los medios de conmutación 14 de las unidades de mando de disparo 10A, 10B, 10C están posicionados de modo que las unidades de mando de disparo 10A, 10B, 10C están configuradas según una configuración de prueba y en la **figura 4B**, los medios de conmutación 14 de las unidades de mando de disparo 10A, 10B, 10C están posicionados de modo que las unidades

de mando de disparo 10A, 10B, 10C estén configuradas según una configuración de acoplamiento.

En un modo de realización, las unidades de mando de disparo 10A, 10B, 10C están en posición o configuración de acoplamiento cuando los detonadores se van a cargar y encender, una vez terminadas las fases de prueba.

Con todo, como se ha indicado más arriba, en otros modos de realización, las unidades de mando de disparo 10 pueden ponerse en configuración de acoplamiento en cualquier otro momento.

Se observará que la unidad de mando de disparo distante no está representada en las figuras 4A y 4B.

En la **figura 4A**, los medios de conmutación 14 de las tres unidades de mando de disparo 10A, 10B, 10C están configurados de modo que el módulo de control 13 está unido a los primeros bornes 11 y que los primeros y segundos bornes 11, 12 están desconectados entre sí.

En particular, el primer módulo de conmutación 140 está configurado para que el módulo de control 13 esté unido a los primeros bornes 11 y el segundo módulo de conmutación 141 está configurado para que los primeros bornes y segundos bornes 11, 12 estén desconectados entre sí. Para ello, el primer relé RL1 está posicionado de modo que la entrada 140A del primer módulo de conmutación 140 está unida a la primera salida 140B del primer módulo de conmutación 140.

El segundo relé RL2 está posicionado de modo que la segunda entrada 141B del segundo módulo de conmutación 141 está unida a la salida 1410 del segundo relé RL2. La entrada 1411 del tercer relé RL3 está unida a la segunda salida 141D del segundo módulo de conmutación 141.

En esta configuración de prueba, cada unidad de mando de disparo 10A, 10B, 10C gestiona el funcionamiento del conjunto de detonadores 20 que le está asociado respectivamente.

De este modo, cuando la etapa de prueba E21 debe implementarse, la unidad de mando de disparo distante 30 manda las unidades de mando de disparo locales 10A, 10B, 10C para que estén configuradas según la configuración de prueba descrita más arriba.

En un modo de realización no representado, la etapa de acoplamiento E3 se implementa previamente a la etapa de prueba E21. En este modo de realización, la etapa de posicionamiento en configuración de prueba E20 no se implementa.

Las unidades de mando de disparo 10A, 10B, 10C del sistema de encendido 1 representado en la **figura 4B** están en configuración de acoplamiento.

En la configuración de acoplamiento, una de las unidades de mando de disparo (10B en el ejemplo representado) tiene un papel de unidad de mando de disparo maestra y las otras unidades de mando de disparo (10A, 10C en el ejemplo representado) tienen un papel de unidad de mando de disparo de esclava.

De este modo, la unidad de mando de disparo maestra 10B es la unidad de mando de disparo que genera el mando de disparo a la recepción de la orden de encendido emitida por la unidad de mando de disparo distante 30, siendo este disparo un disparo único para la totalidad de los conjuntos de detonadores 20. Este disparo único reduce el riesgo de no encendido de algunos detonadores, por ejemplo, por el hecho de una avería de una unidad de mando de disparo

esclava.

Con el fin de configurar las unidades de mando de disparo 10A, 10B, 10C, los medios de conmutación 14 de una primera unidad de mando de disparo 10A y una tercera unidad de mando de disparo 10C están configurados para que la unidad de mando de disparo 10A, 10C tenga un papel de unidad de mando de disparo esclava y los medios de conmutación 14 de una segunda unidad de mando de disparo 10B están configurados para que la unidad de mando de disparo 10B tenga un papel de unidad de mando de disparo maestra.

Se observará que la unidad de mando de disparo seleccionada en este documento como que es la unidad de mando de disparo maestra 10B es la que se sitúa en el medio, es decir, entre la primera unidad de mando de disparo 10A y la tercera unidad de mando de disparo 10C.

Con todo, en otros modos de realización, puede seleccionarse otra unidad de mando de disparo como que es la unidad de mando de disparo maestra.

En el modo de realización descrito, los medios de conmutación 14 de la unidad de mando de disparo maestra 10B están configurados de modo que el módulo de control 13 está conectado a los primeros bornes 11 y que los primeros bornes 11 y los segundos bornes 12 están conectados entre sí.

En este caso, el primer relé electromecánico está posicionado de modo que la entrada 140A del primer módulo de conmutación 140 está unida a la primera salida 140B del primer módulo de conmutación 140.

Además, el segundo relé electromecánico RL2 está posicionado de modo que la primera entrada 141A está unida a la salida 1410 del segundo relé electromecánico RL2. La entrada 1411 del tercer relé electromecánico RL3 está unida a la primera salida 141C del segundo módulo de conmutación 141.

Además, los medios de conmutación 14 de las unidades de mando de disparo que tienen un papel de unidad de mando de disparo esclava (10A, 10C en las figuras 4A y 4B) están configurados de modo que el módulo de control 13 de cada unidad de mando de disparo esclava 10A, 10C está desconectado de los primeros bornes 11 y que los primeros bornes 11 y los segundos bornes 12 están conectados entre sí. En particular, el primer relé electromecánico RL1 está posicionado de modo que la entrada 140A del primer módulo de conmutación 140 está unida a la segunda salida 140C del primer módulo de conmutación 140.

Además, el segundo relé electromecánico RL2 está posicionado de modo que la primera entrada 141A está unida a la salida 1410 del segundo relé electromecánico RL2. La entrada 1411 del tercer relé electromecánico RL3 está unida a la primera salida 141C del segundo módulo de conmutación 141.

De este modo, el módulo de control 13 de la unidad de mando de disparo maestra 10B está unido a través de los primeros bornes 11 al conjunto de detonadores 20, estando el módulo de control 13 y el conjunto de los detonadores electrónicos 20 unidos a través de los segundos bornes 12 a los segundos bornes 12 de una unidad de mando de disparo esclava 10A, 10C.

En la unidad de mando de disparo esclava 10A, 10C, estando los primeros bornes 11 y los segundos bornes 12 unidos entre sí, el módulo de control 13 y el conjunto de detonadores 20 de la unidad de mando de disparo maestra 10B están unidos al conjunto de detonadores 20 de la unidad de mando de disparo esclava 10A, 10C.

Se observará que el módulo de control 13 de las unidades de mando de disparo esclava 10A, 10C está desconectado de los primeros bornes 11 y, por consiguiente, está desconectado del conjunto de detonadores electrónicos 20.

De este modo, la configuración de las unidades de mando de disparo 10 según una configuración de acoplamiento incluye el posicionamiento de los medios de conmutación 14 de la unidad de mando de disparo maestra 10B de modo que el módulo de control 13 está conectado a los primeros bornes 11 y que los primeros bornes 11 y los segundos bornes 12 están conectados entre sí y el posicionamiento de los medios de conmutación 14 de las unidades de mando de disparo esclavas 10A, 10C de modo que el módulo de control 13 está desconectado de los primeros bornes 11 y que los primeros bornes 11 y los segundos bornes 12 están conectados entre sí.

De este modo, en resumen, en el modo de realización representado en la figura 4B, en la primera unidad de mando de disparo 10A y la tercera unidad de mando de disparo 10C (unidades de mando de disparo esclavas), los medios de conmutación 14 están configurados de modo que el módulo de control 13 está desconectado de los primeros bornes y que los primeros bornes 11 y segundos bornes 12 están conectados entre sí.

En la segunda unidad de mando de disparo 10B (unidad de mando de disparo maestra), los medios de conmutación 14 están configurados de modo que el módulo de control 13 está conectado a los primeros bornes 11 y que los primeros bornes 11 y los segundos bornes 12 están conectados entre sí.