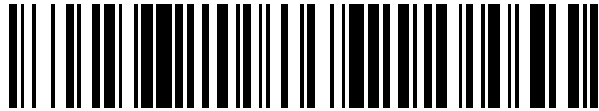


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 533 706**

51 Int. Cl.:

F42B 3/12 (2006.01)

F42C 15/184 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **01.10.2010 E 10779446 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.03.2015 EP 2486365**

54 Título: **Detonador**

30 Prioridad:

05.10.2009 ZA 200906891

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

14.04.2015

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**KOEKEMOER, ANDRE;
KRUGER, JOHANNES, PETRUS y
BIRKIN, CHRISTOPHER, MALCOLM**

74 Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

ES 2 533 706 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Detonador

5 Antecedentes de la invención

Esta invención se refiere a un detonador electrónico.

10 Los detonadores electrónicos se pueden interconectar, en un sistema detonador, usando conductores eléctricos. Estos conductores se usan para establecer el sistema detonador, para poder cargar datos e información de temporización en los detonadores individuales y, en último término, para transmitir señales para encender los detonadores. Cuando los detonadores son encendidos, los conductores eléctricos se destruyen, a efectos prácticos. El costo de los conductores, típicamente de cobre, puede ser alto y constituye una parte significativa del costo general de un sistema detonador.

15 Se han usado acercamientos alternativos para establecer sistemas detonadores. Por ejemplo, los detonadores se pueden interconectar usando cables de fibra óptica. También es posible encender detonadores usando señales de radio frecuencia. Sin embargo, estas técnicas no han sido adoptadas a gran escala.

20 Un detonador electrónico tiene un factor favorable significativo que consiste en que puede ser programado con un retardo de tiempo que se ejecuta de manera altamente fiable con un pequeño error. Por lo tanto, es deseable usar detonadores electrónicos pero, en la medida en que sea posible en la práctica, el uso de conductores eléctricos entre detonadores se deberá reducir al mínimo.

25 DE4427296 constituye la técnica anterior más próxima a la invención reivindicada y describe un detonador con un interruptor que puede operar en respuesta a energía luminosa emitida por un tubo de choque para conectar una fuente de energía eléctrica a un circuito de control. WO01/18484 describe una batería que es movida, operando como un interruptor, en respuesta a la energía emitida por un tubo de choque de modo que se conecte a un circuito de control. Se puede ver una descripción similar en US5252796. US6272965 describe un dispositivo electro-explosivo que tiene resistores fabricados sobre un sustrato conductor térmico e interconectados por un elemento puente térmico. La resistencia del elemento puente es inferior a la de los resistores, que tienen una mayor relación de área superficial a volumen. Se coloca una capa de circonio sobre el elemento puente y explota convirtiéndose en plasma junto con el elemento puente con el fin de encender un compuesto pirotécnico.

35 Se coloca un shunt en paralelo a través del dispositivo explosivo cuyo circuito es abierto por la señal de detonación, por lo que el dispositivo explosivo puede ser detonado por dicha señal de detonación.

40 La presente invención se refiere a la provisión de una característica de seguridad en un detonador electrónico por lo general de dicho tipo donde la iniciación de un elemento de encendido solamente puede tener lugar bajo un conjunto definido de condiciones.

Resumen de la invención

45 La invención proporciona un detonador que incluye un circuito, un elemento de encendido, una fuente de energía eléctrica y al menos un primer interruptor que puede operar en respuesta a la energía emitida por un tubo de choque para conectar la fuente de energía eléctrica con el circuito de modo que el circuito sea entonces capaz de generar una señal de detonación para encender el elemento de encendido, y que se caracteriza porque el detonador incluye un shunt, que se pone en circuito abierto por la energía del tubo de choque, y donde la señal de detonación puede encender el elemento de encendido solamente si el shunt se ha puesto en circuito abierto.

50 Se puede usar al menos dos interruptores, siendo sensible cada interruptor a energía en una forma diferente. En este caso, los interruptores se conectan preferiblemente en serie y opcionalmente se conectan mediante una puerta Y o un dispositivo similar para asegurar que se establezca conexión entre la fuente de energía eléctrica y el circuito solamente si los interruptores son sensibles, de forma sustancialmente simultánea, a la energía procedente de un tubo de choque.

55 El shunt se coloca de modo que el shunt se ponga en circuito abierto, y preferiblemente sea destruido, por la energía procedente del tubo de choque.

60 En un ejemplo, el detonador tiene un alojamiento que incluye un primer compartimiento que recibe un extremo del tubo de choque y un segundo compartimiento que contiene la fuente de energía y el circuito.

65 En el ejemplo, el interruptor está constituido por la fuente de energía eléctrica que puede ser movida físicamente, por una onda de presión producida por el tubo de choque, desde una posición inoperativa a una posición operativa en la que la fuente de energía eléctrica está conectada al circuito.

La fuente de energía eléctrica puede ir montada en un cartucho que puede ser movido, por la onda de presión, dentro del alojamiento o su extensión, para poner la fuente de energía eléctrica en la posición operativa.

El alojamiento puede ser eléctricamente conductor, por ejemplo hacerse de un metal adecuado, o incluir o contener una tira o elemento conductor de modo que se efectúe una conexión eléctrica entre un terminal de la fuente de energía eléctrica y el circuito. El movimiento de la fuente de energía eléctrica a la posición operativa es necesario entonces para conectar un segundo terminal de la fuente de energía eléctrica al circuito.

5

El movimiento de la fuente de energía eléctrica a la posición operativa puede tener lugar contra una fuerza de retención que debe ser superada por la onda de presión. La fuente de energía eléctrica se puede bloquear contra movimiento adicional en la posición operativa, por ejemplo por medio de formaciones de retención de interenganche.

10

En un ejemplo, el detonador incluye un alojamiento tubular alargado, un circuito en el alojamiento, una fuente de energía eléctrica que está desplazada del circuito, y un conector para conectar un extremo del tubo de choque al alojamiento y donde, cuando una onda de presión de un nivel adecuado es producida por el tubo de choque, tiene lugar el movimiento relativo entre el circuito y la fuente de energía eléctrica de modo que la fuente de energía eléctrica se conecte por ello eléctricamente al circuito.

15

En un ejemplo, el circuito está en una posición fija dentro del alojamiento tubular y la fuente de energía eléctrica está montada en un cartucho que se puede mover deslizantemente dentro del alojamiento por medio de una onda de presión producida por el tubo de choque, contra una fuerza de retención, a una posición operativa en la que la fuente de energía eléctrica está conectada al circuito y en la que el cartucho es retenido contra movimiento adicional con relación al alojamiento.

20

Preferiblemente, un terminal de la fuente de energía eléctrica está conectado directamente al circuito y un segundo terminal de la fuente de energía eléctrica se pone en enganche eléctrico con un punto de contacto elegido del circuito, cuando la fuente de energía eléctrica pasa a la posición operativa, para efectuar por ello una conexión eléctrica completa entre la fuente de energía eléctrica y el circuito.

25

La onda de presión puede ser dirigida a través de uno o más agujeros con forma para obtener dicho movimiento relativo.

30

Preferiblemente, al menos un agujero tiene forma de un paso que tiene un área más grande en su salida que en su entrada.

El paso, al menos en parte de su longitud, puede estar abocinado hacia fuera, por ejemplo, en forma de cono.

35

Breve descripción de los dibujos

La invención se describe mejor por medio de ejemplos con referencia a los dibujos acompañantes en los que:

40

La figura 1 es un diagrama de bloques de un detonador.

La figura 2 representa una modificación de la disposición de la figura 1.

Las figuras 3 y 4 muestran diferentes técnicas que se pueden adoptar en un detonador según la invención.

45

Las figuras 5 y 6 muestran circuitos de detección que pueden ser usados como interruptores.

La figura 7 ilustra un tipo de construcción de un detonador según la invención.

50

Las figuras 8 y 9 son dos vistas en sección transversal de otra forma de detonador.

La figura 10 representa parte de la disposición de la figura 8, en escala ampliada.

Y la figura 11 es una vista en perspectiva de un conector.

55

Descripción de realizaciones preferidas

Una base conceptual de la invención es fácilmente evidente por la figura 1 de los dibujos acompañantes que ilustra un circuito detonador 10 que está colocado en serie con una cabeza de encendido o elemento de encendido 12, un primer interruptor 14, un segundo interruptor 16 y una fuente de energía en forma de una batería 18.

60

El circuito 10 puede ser de cualquier tipo conocido en la técnica. Por lo general, el circuito 10 tiene una memoria en la que se almacena un tiempo de retardo. Cuando el circuito está conectado a la batería 18 y es alimentado correctamente, es capaz de generar una señal de detonación que produce la detonación de la cabeza de encendido 12 y, de esta forma, se inflama un explosivo primario, no representado, soportado en un alojamiento del detonador.

65

La cabeza de encendido está puenteada por medio de un conductor shunt 20.

ES 2 533 706 T3

Los interruptores 14 y 16 pueden ser accionados para cerrar respectivos contactos 14A y 16A. Si los interruptores se cierran simultáneamente, la batería 18 se conecta directamente al circuito 10. El circuito 10 incluye al menos otro mecanismo de conmutación y, al operar, puede fluir corriente desde la batería a través de la cabeza de encendido y producir su encendido. Sin embargo, si el shunt 20 está en posición y si la integridad del shunt no está en peligro, la corriente eléctrica fluirá primariamente a través del shunt y no a través de la cabeza de encendido. En otros términos, es necesario que el shunt se haya puesto en circuito abierto, o quitado, para que la cabeza de encendido sea encendida.

Como se explica a continuación, los interruptores 14 y 16, que están en serie, pueden ser sensores sensibles a los efectos de la energía emitida por un tubo de choque. Cuando se propaga una señal por el tubo de choque al detonador, los interruptores 14 y 16 responden a la energía emitida por el tubo de choque y cierran los contactos 14A y 16A y así conectan la batería al circuito 10. Los interruptores deben ser accionados al unísono para que haya un recorrido cerrado entre la batería y el circuito. Además, es necesario que el shunt 20 se ponga en circuito abierto antes de que el elemento de encendido pueda ser encendido. Así, se adoptan tres niveles de seguridad en el acercamiento representado en la figura 1 y hay que cumplir los tres factores de seguridad para detonar el elemento de encendido.

La disposición representada en la figura 1 incluye un resistor de drenaje 24. Si los interruptores 14 y 16 son operados y el shunt 20 se pone entonces en circuito abierto, si no llega una señal de detonación del circuito 10 dentro de un período de tiempo predeterminado, la batería 18 se descarga gradualmente a través del resistor 24 y en último término se llega a una etapa en la que la batería es incapaz de operar el circuito 10. Ésta es una característica de seguridad que permite hacer seguro el detonador dentro de un período de tiempo razonable si tiene lugar mal funcionamiento de un tipo concreto.

La figura 2 ilustra una variación de la conexión en serie de los interruptores 14 y 16. Los respectivos interruptores están conectados como entradas a una puerta Y 26 y deben ser operados al mismo tiempo para que la puerta Y 26 tenga una salida positiva que pueda ser usada para habilitar el circuito 10.

La figura 3 ilustra un detonador 30 que incluye un alojamiento 32 en forma de un tubo alargado en el que está situado el circuito 10 y un explosivo primario 34. Un extremo 36 de un tubo de choque alargado 38 está colocado en una boca 40 del alojamiento 32 y está fijado en posición por una deformación hacia dentro del alojamiento en una posición 42 que está cerca de la boca. Un pistón 44 está bloqueado con rozamiento en el alojamiento por una constricción 46. El pistón tiene un extremo delantero ligeramente puntiagudo 48 que mira a un cable shunt 50 que corresponde al shunt 20 representado en la figura 1 y que está conectado al circuito 10.

Si se enciende el tubo de choque 38, llega en último término una onda de choque al extremo 36. Una onda de presión producida en el extremo impacta en el pistón 44. La onda de presión debe tener fuerza de impacto suficiente para mover el pistón contra la constricción 46 y, cuando esto tiene lugar, el pistón es empujado hacia el cable shunt y lo rompe. Esto equivale a un circuito abierto del shunt 20 representado en la figura 1 y entonces es posible que una cabeza de encendido, no representada en la figura 3, sea activada por el circuito 10. De esta forma, el pistón actúa como un interruptor que, cuando es operado, por el shunt en circuito abierto.

La constricción 46 se usa para asegurar que se necesite al menos una cantidad mínima de energía para que el pistón 44 exhiba su acción de conmutación. Ésta es una medida de protección para evitar el accionamiento accidental del pistón, por ejemplo si el detonador se cae.

La figura 4 representa un detonador 52 que tiene un tubo de detonador 54, un explosivo primario 34 y un tubo de choque 38. Un extremo 36 del tubo de choque está gripado en posición en una boca del tubo de detonador. El extremo 36 está enfrente de una membrana 56 que se rompe cuando la energía emitida por el tubo de choque produce una onda de presión.

Un pistón 58 tiene una superficie inferior conductora 60 que está enfrente de un par de contactos espaciados 62 que están conectados al circuito 10 y a una batería 18. Con esta disposición, se usa una onda de presión producida en el extremo del tubo de choque para romper la membrana y a continuación empujar el pistón 58 a enganche eléctrico con los contactos 62. La acción de conmutación resultante conecta eléctricamente el circuito 10 a la batería 18 y entonces se puede detonar de forma controlada una cabeza de encendido 12 expuesta al explosivo 34.

La figura 5 representa un circuito 70 en el que la batería 18 está acoplada a un circuito de conmutación 72 que incluye un transistor 74 en serie con los resistores 76 y 78. Una base del transistor está conectada a una unión de un resistor 80 y un resistor fotodependiente 82 que está colocado de modo que la luz emitida por un extremo 36 de un tubo de choque 38, a la propagación de una onda de choque al extremo 36, sea incidente en el resistor fotodependiente 82. Cuando esto tiene lugar, el transistor 74 es conmutado y el voltaje del colector del transistor se conecta entonces al circuito 10 para habilitar el circuito.

En la disposición representada en la figura 6 se logra una acción de conmutación por una célula fotosensible 88 y una unidad de conmutación 90. La célula está expuesta a la luz emitida por un extremo 36 de un tubo de choque 38 cuando una onda de choque llega al extremo 36. La célula 88 genera un voltaje que se usa para cerrar el circuito de conmutación 90 que, a su vez, conecta la batería 18 al circuito 10.

ES 2 533 706 T3

Con referencia de nuevo a la figura 1, cada interruptor 14 y 16 deberá ser sensible, preferiblemente, a una forma de energía diferente emitida desde un extremo de un tubo de choque. Así, el interruptor 14 puede ser sensible a una onda de presión como en el caso de la disposición representada en la figura 4. El interruptor 16 puede ser sensible a energía luminosa como en el caso de las disposiciones de las figuras 5 y 6. Además, el shunt 20 se puede poner en circuito abierto por medio de un sistema de onda de presión, como se representa en la figura 3.

La figura 7 ilustra una construcción posible de un detonador 90 que incluye un tubo de detonador 92 que está dividido en compartimientos 94 y 96, respectivamente. Un extremo 98 de un tubo de choque 100 está situado en el compartimiento 94 y está gripado al compartimiento en varias posiciones 102. El extremo 98, colocado dentro del compartimiento, está enfrente de un cable shunt 106 generalmente del tipo descrito en conexión con la figura 1, que puentea eléctricamente una cabeza de encendido, no representada.

Una batería 18 está colocada dentro del compartimiento 96 y está conectada a un primer interruptor 14 que está enfrente de una ventana 108 en una pared 110 entre los dos compartimientos. El interruptor 14 está conectado eléctricamente en serie a un segundo interruptor 16 que, a su vez, está conectado a un circuito 10. Una cabeza de encendido 12 del detonador está expuesta al explosivo primario 34.

El interruptor 14 puede ser, por ejemplo, de un tipo representado en la figura 5 o en la figura 6 que responde a la luz emitida por el tubo de choque 100 cuando una onda de choque llega al compartimiento 94. El interruptor 16 puede ser del tipo representado en la figura 4 que incluye un pistón 112 que es movido, para puentear contactos 62A y 62A, por una onda de presión cuando la onda llega al pistón.

Con la disposición representada en la figura 7, cuando una onda de choque en el tubo de choque llega al tubo de detonador, el interruptor fotosensible 14 responde cerrando una conexión entre la batería 18 y el interruptor 16. Éste último interruptor es cerrado por una onda de presión y la batería se conecta por ello al circuito. Finalmente, el cable shunt 106 es destruido o al menos se pone en circuito abierto por la onda de choque y por lo tanto es posible que el circuito 10, bajo el control de su inteligencia a bordo, conecte la batería 18 al elemento de encendido 12 que está incrustado en el explosivo 34 y desencadene el proceso de detonación.

Las figuras 8 y 9 muestran, en escalas diferentes, un detonador 120 en sección transversal desde un lado, y en perspectiva, respectivamente. El detonador incluye un alojamiento tubular alargado 122 que se hace de un material conductor, por ejemplo, un metal apropiado (cobre o aluminio) o que contiene uno o más conductores alargados. Dentro del alojamiento se ha colocado un explosivo primario 124 y una estructura 126 que soporta un fusible 128. El fusible está conectado a un circuito 130 de cualquier tipo apropiado. Un terminal positivo 132, del circuito, está conectado eléctricamente al alojamiento conductor 122 o a uno de los conductores, según sea el caso.

Un cartucho 134, hecho por ejemplo de un material plástico encapsulante y aislante adecuado, lleva un número de baterías 136 que están conectadas en serie. Una batería delantera 136A tiene un terminal negativo sobresaliente 138 mientras que una batería trasera 136C tiene un terminal positivo 140 que está en contacto eléctrico con una chapa conductora 142. Una o más lengüetas 144, que sobresalen de la chapa, están en contacto eléctrico continuo con el alojamiento conductor 122 o un conductor dentro del alojamiento, según sea el caso. El cartucho tiene una faldilla 146 que encaja bastante estrechamente contra una superficie interior 148 del alojamiento 122.

Un conector 150 en un extremo 152 del alojamiento tiene una boca 154 conformada para recibir un extremo 156 de un tubo de choque 158. Formaciones de gripado adecuadas 174 retienen el tubo de choque enganchado con el alojamiento. Un paso pequeño 160 se extiende a través del conector desde el extremo de tubo de choque a una base del conector 150.

La forma y el tamaño del paso se eligen con esmero. Si el paso tiene un área en sección transversal demasiado grande, el tubo de choque puede ejercer en el cartucho tanta fuerza que el detonador se pueda destruir mecánicamente. Si el área en sección transversal es demasiado pequeña, se aplica al cartucho una fuerza insuficiente para producir el movimiento efectivo del cartucho.

Se ha hallado que el cartucho es impulsado de forma efectiva si el paso tiene una sección inicial de área pequeña 160A y una sección de salida de área relativamente grande 160B. La sección pequeña 160A limita la cantidad de material energético procedente del tubo de choque que pasa a través del paso. Sin embargo, este material está a presión alta. La sección grande 160B distribuye el material energético sobre una zona relativamente grande y así reduce la presión del material energético. Esto da lugar a que se aplique a la chapa 142 una onda de choque de material energético distribuida de forma bastante uniforme, a presión relativamente baja.

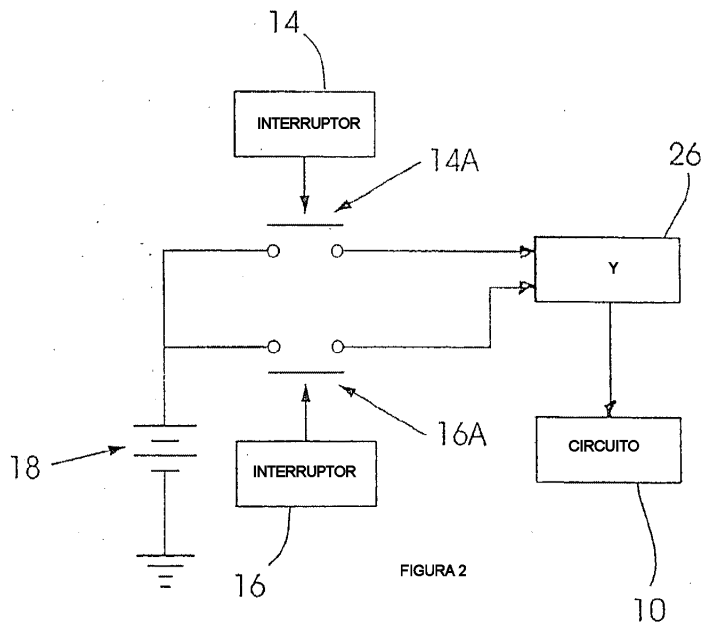
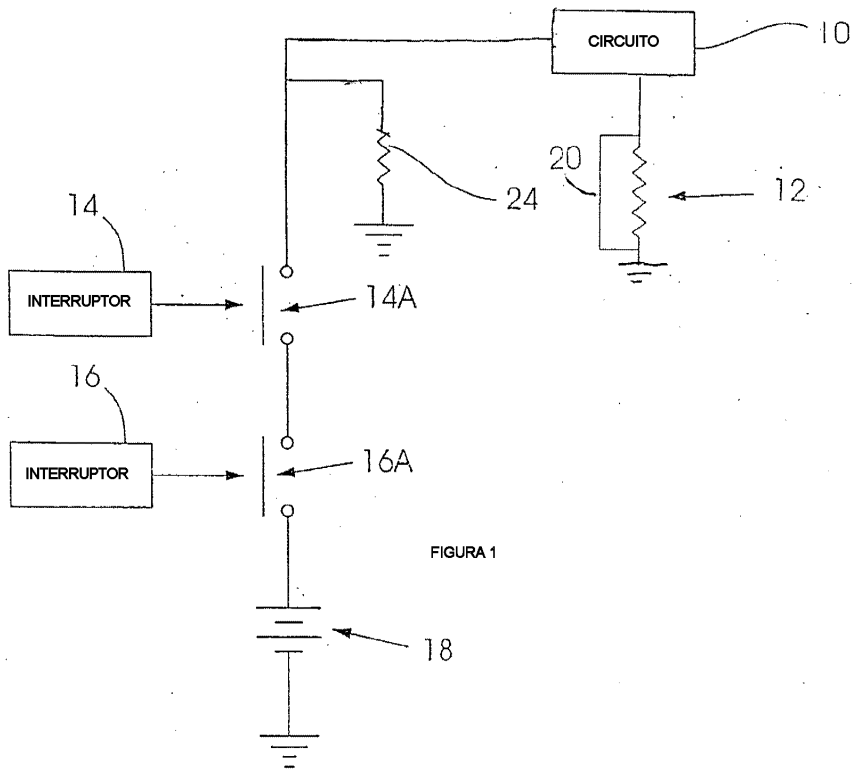
El cartucho, en un extremo delantero 162, tiene una formación de retención 164 que es de diámetro ligeramente mayor que el diámetro de una boca 166 en un soporte 168, que tiene una formación de retención 170 cerca de la boca. Un terminal elástico 172, conectado eléctricamente al circuito 130, está enfrente del terminal 138 en el extremo delantero de las baterías.

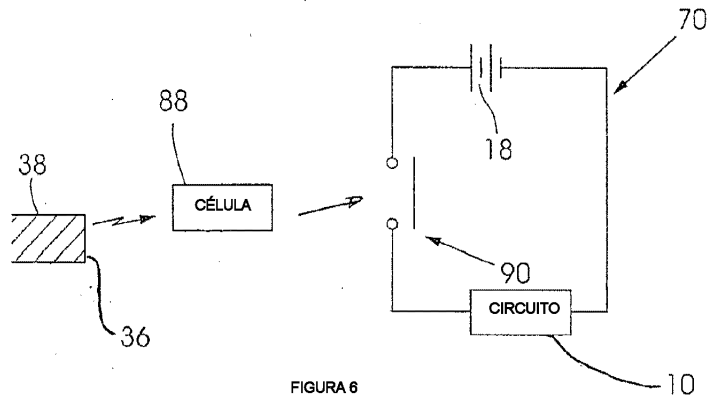
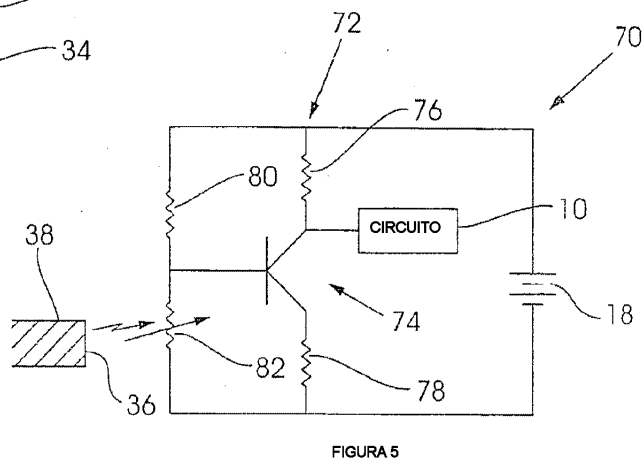
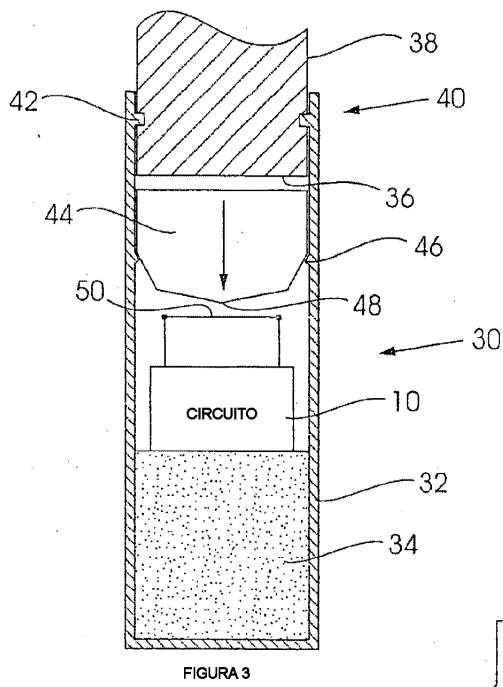
Cuando se detona el tubo de choque, avanza una onda de presión a lo largo del tubo de choque y en último término llega al extremo que está dentro del conector 150. Un chorro de productos de combustión de alta energía es emitido a través del paso 160, de la manera descrita, y choca con la cara exterior de la chapa 142. El cartucho

- es impulsado por ello hacia el soporte 168. Sin embargo, este movimiento solamente es posible si la fuerza aplicada al cartucho es suficientemente alta para superar la fuerza de retención de la formación 164. Cuando esto sucede, la formación 164 se deforma elásticamente hacia dentro y el cartucho se puede desplazar entonces a la izquierda con relación al soporte 168. La formación 164 entra en la formación de retención 170 en el soporte y el cartucho se bloquea físicamente por ello al soporte. Al mismo tiempo el terminal 138 choca con el contacto elástico 172 que está conectado al circuito y el terminal negativo del conjunto de batería se conecta eléctricamente por ello al circuito. La acción de conmutación realiza el movimiento del cartucho y las baterías hacia el circuito 130. Entonces pueden tener lugar pasos adicionales del proceso de detonación de manera sustancialmente convencional porque el circuito tiene una fuente de potencia eléctrica.
- Para retener el cartucho 134 en posición antes de que la energía del tubo de choque llegue al detonador, dos lengüetas de retención 176 (en forma de bocallave) en el cartucho 134 entran en dos cavidades opuestas (no representadas) en el conector 150.
- Cada lengüeta de retención 176 tiene una región respectiva 178 de grosor reducido que se somete a cizalladura por la fuerza ejercida por la energía procedente del tubo de choque, permitiendo así que el cartucho 134 se desplace hacia el soporte 168.
- En una variante de la disposición, el circuito, y no la batería, se mueve con relación al alojamiento de detonador.
- La disposición representada en las figuras 8 y 9 deberá usarse, preferiblemente, en unión con una de las técnicas previamente descritas aquí en la que, idealmente, al menos deben producirse dos eventos, de forma sustancialmente simultánea, para que se establezca una conexión eléctrica aceptable entre la batería y el circuito.
- Una ventaja del acercamiento realizado en la presente invención es que el tubo de choque se usa para colocar el detonador electrónico en una condición en la que puede ser detonado, pero, una vez establecida esta condición, la detonación tiene lugar de manera electrónica. Así se reduce sustancialmente, si no se elimina, el requisito de conductores eléctricos para interconectar detonadores electrónicos en un sistema de voladura.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un detonador (30) que incluye un circuito (10), un elemento de encendido (12), una fuente de energía eléctrica (18) y al menos un primer interruptor (14) que puede operar en respuesta a la energía emitida por un tubo de choque (38) para conectar la fuente de energía eléctrica (18) al circuito (10) de modo que el circuito (10) sea entonces capaz de generar una señal de detonación para encender el elemento de encendido (12), y que **se caracteriza** porque el detonador incluye un shunt (20), que se pone en circuito abierto por la energía procedente del tubo de choque, y donde la señal de detonación puede encender el elemento de encendido (12) solamente si el shunt (26) se ha puesto en circuito abierto.
- 10 2. Un detonador según la reivindicación 1, **caracterizado** porque incluye al menos un segundo interruptor (16) que puede operar en respuesta a la energía emitida por el tubo de choque (38), y donde los interruptores (14, 16) están conectados de modo que la fuente de energía eléctrica (18) esté conectada al circuito (10), solamente si ambos interruptores (14, 16) son accionados en respuesta a la energía emitida por el tubo de choque (38).
- 15 3. Un detonador según la reivindicación 1 o 2 que incluye un dispositivo de descarga (24) y donde, si el circuito (10) no genera una señal de detonación dentro de un período de tiempo predeterminado después de ser activado al menos el primer interruptor (14), el dispositivo de descarga (24) puede operar para descargar la fuente de energía eléctrica (18) de modo que no sea capaz de activar el circuito (10).
- 20





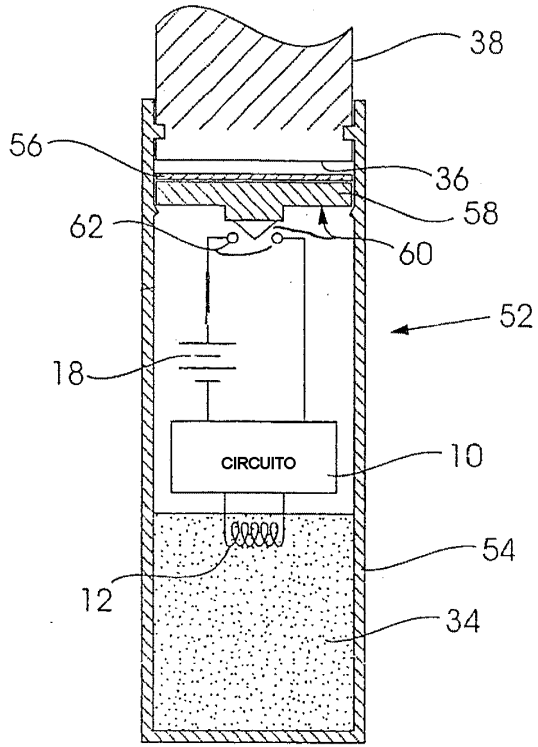


FIGURA 4

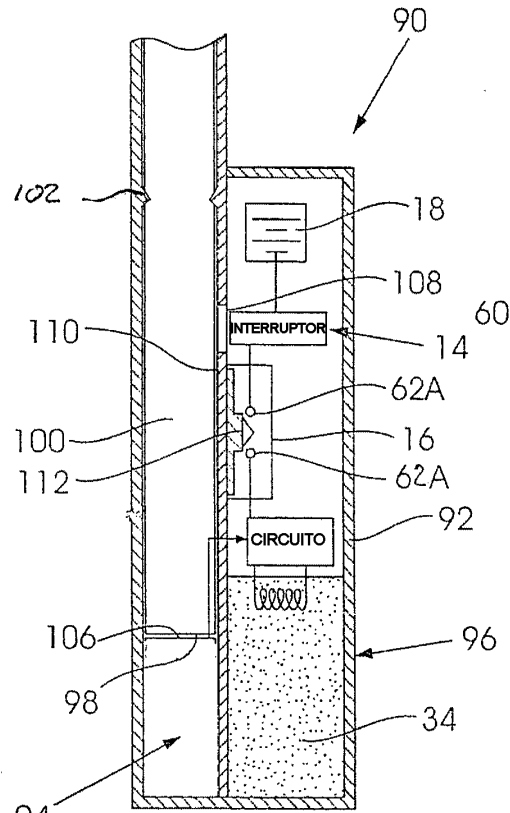


FIGURA 7

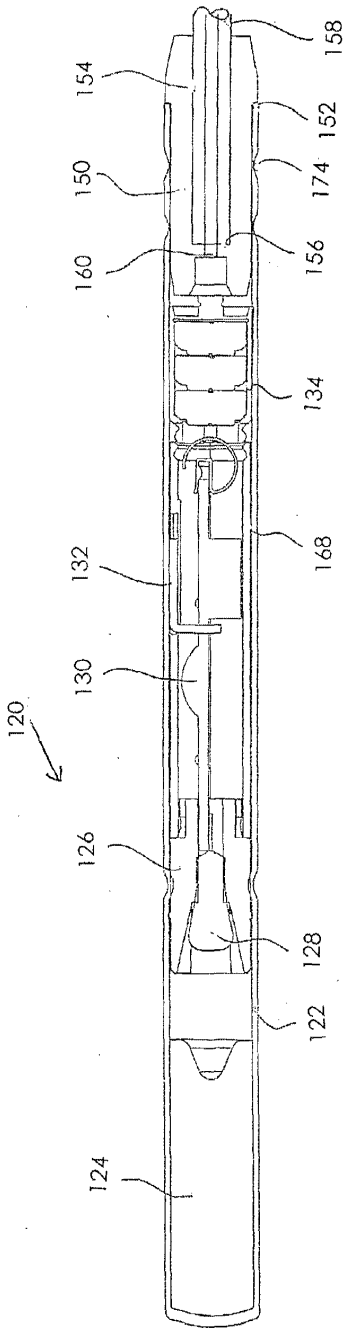


FIGURA 8

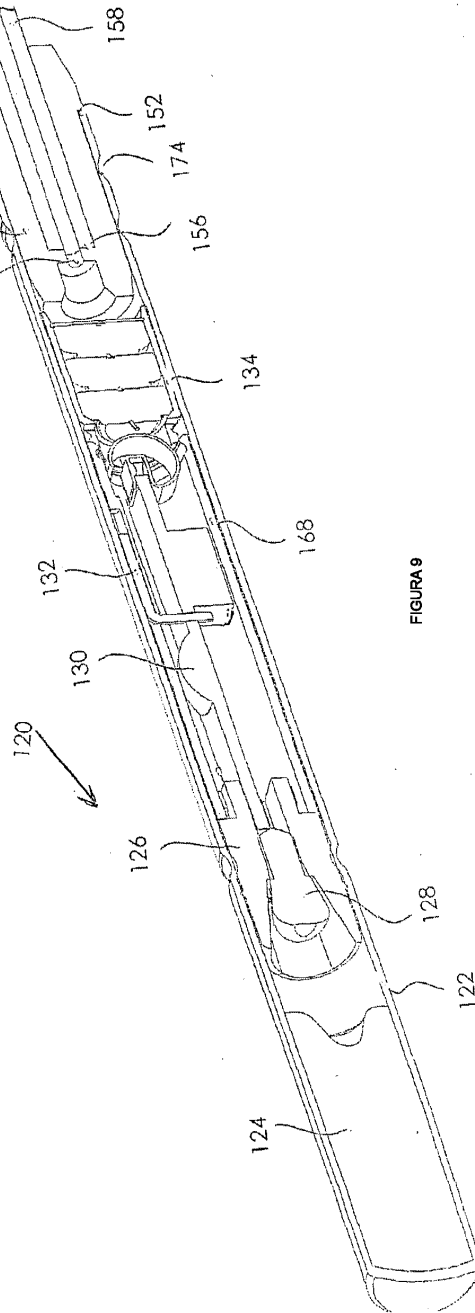


FIGURA 9

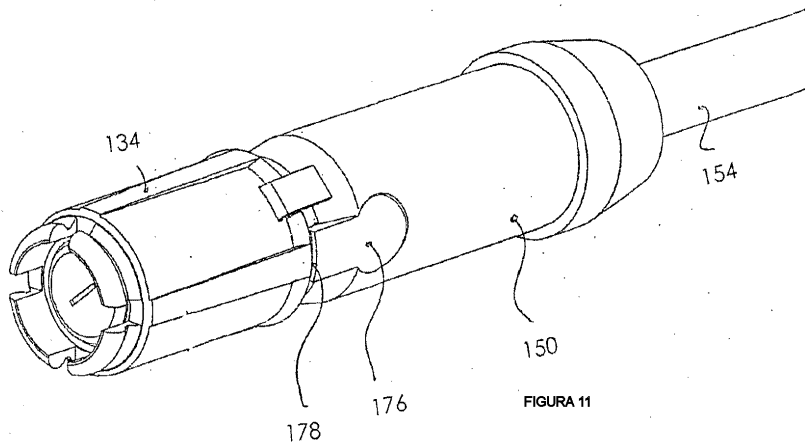


FIGURA 11

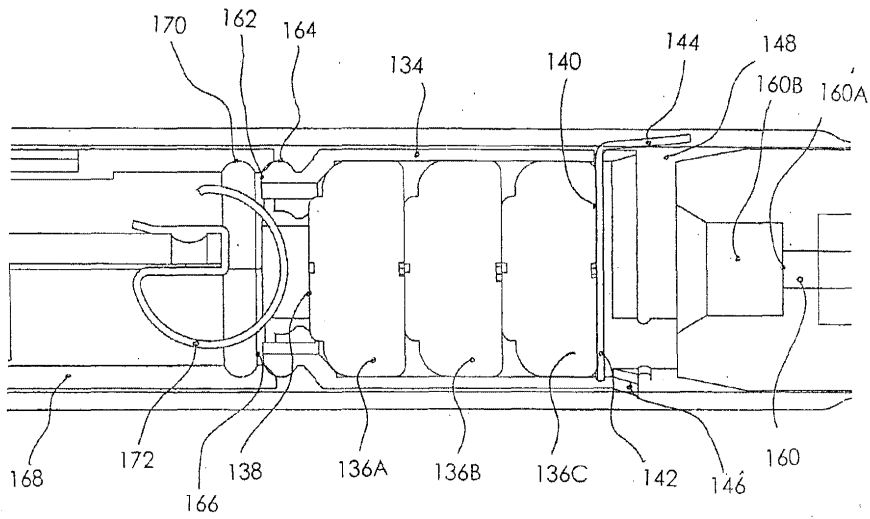


FIGURA 10