

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 625 684**

51 Int. Cl.:

F42D 1/04 (2006.01)

F42B 3/12 (2006.01)

F42C 11/06 (2006.01)

G04F 10/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **05.07.2011 PCT/ZA2011/000043**

87 Fecha y número de publicación internacional: **19.01.2012 WO12009732**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **05.07.2011 E 11751782 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **15.03.2017 EP 2593747**

54 Título: **Módulo de temporización**

30 Prioridad:

12.07.2010 ZA 201004911

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

20.07.2017

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**SCHLENTER, CRAIG CHARLES;
BIRKIN, CHRISTOPHER MALCOLM;
KOEKEMOER, ANDRE;
LABUSCHAGNE, ALBERTUS ABRAHAM y
HARDING, DAVID BRUCE**

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 625 684 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

Módulo de temporización

5 ANTECEDENTES DE LA INVENCION

Esta invención se refiere a un módulo de temporización para utilizarlo en un sistema de explosión.

10 Los detonadores electrónicos en un sistema de explosión están típicamente interconectados a través de la utilización de conductores eléctricos alargados. El coste de los conductores, los cuales son normalmente de cobre, puede ser elevado y constituye una parte significativa del coste global del sistema.

15 Han sido utilizados enfoques alternativos para establecer los sistemas de explosión. Por ejemplo los detonadores pueden estar interconectados mediante la utilización de cables de fibra óptica. También es posible encender los detonadores, los cuales no están físicamente interconectados, mediante la utilización de señales de radio frecuencia. Estas técnicas, sin embargo, no han sido adoptadas a gran escala.

20 Un módulo de temporización electrónico es ventajoso porque puede ser programado con un retraso temporal el cual se ejecuta de una manera altamente fiable con un error pequeño. También, el retraso temporal se puede extender sobre un periodo largo, de varios segundos de duración. Comparando con esto un retraso temporal el cual se genera utilizando un elemento pirotécnico es generalmente preciso únicamente para un periodo de retraso relativamente corto. La precisión depende de las acciones químicas y físicas y, de forma inherente, no es generalmente posible generar un periodo de retraso temporal de varios segundos de duración con el mismo grado de precisión que con un módulo de temporización electrónico. Por otra parte un elemento de retraso pirotécnico es muy adecuado para utilizarlo con un dispositivo de transmisión de señales tal como un tubo de ionización de ondas de choque el cual propaga una señal de encendido por medio de una combustión, deflagración, detonación o una acción similar sin la utilización de conductores metálicos.

30 El documento US 5133257 describe un aparato el cual incluye un dispositivo de ignición no eléctrico y un inflamador el cual es sensible al dispositivo. Se utiliza un transductor para producir una señal eléctrica en respuesta a una entrada de energía no eléctrica.

35 En el documento US 5173569 la energía a partir de una fuerza producida por un sistema no eléctrico de comunicación de señales (un tubo de ionización de ondas de choque), se convierte en una señal de salida eléctrica y se genera entonces eléctricamente un retraso temporal. De forma similar, el documento WO94/15169 describe un conjunto detonador en el que la energía a partir de una señal de impulso no eléctrica activa un circuito de retraso eléctrico.

40 La solicitud de patente chilena No. 499-2010 describen un sistema de retraso de alta precisión para el encendido de un detonador en el que la activación de un tubo de ionización de ondas de choque es detectada por medio de sensores tales como sensores electromecánicos (impacto), fotoeléctricos, electroacústicos y piezoeléctricos. En respuesta a lo cual se enciende un detonador.

45 Las técnicas anteriormente mencionadas pueden eliminar o reducir sustancialmente la utilización de conductores metálicos de interconexión. Sin embargo, algunas implantaciones son relativamente caras. También, se debe tener cuidado en prevenir que un elemento de encendido del detonador reaccione a una característica detectada la cual no esté originada a partir del tubo de ionización de ondas de choque pertinente.

50 Por ejemplo, en la memoria chilena se hace referencia a la detección repetitiva para verificar "la activación completa del tubo de ionización de ondas de choque". Esto se efectúa mediante la detección de una señal de luz en dos ubicaciones separadas en el tubo de ionización de ondas de choque. Sin embargo no se entiende si se implanta un procedimiento para la verificación de la fuente de la señal de luz, a fin de evitar un encendido inadvertido del detonador debido a la detección de una fuente de luz espuria. A este respecto se señala, en primer lugar, que la luz a partir de una fuente exterior, la cual puede ser un impulso de luz o una luz a partir de una fuente de luz constante, (que no emana desde el tubo de ionización de ondas de choque en cuestión) puede ser detectada durante una ventana temporal o durante múltiples ventanas temporales y una detección o detecciones de este tipo pueden ser tratadas como que provienen del tubo de ionización de ondas de choque. También, puesto que un tubo de ionización de ondas de choque a menudo incluye una estructura tubular alargada fabricada a partir de material plástico trasmisor de la luz, es posible que la luz a partir de un primer tubo de ionización de ondas de choque pueda ser emitida en una dirección radial desde el primer tubo y chocar en un segundo tubo adyacente. La detección de la luz en el segundo tubo podría por lo tanto ser vinculada, erróneamente, a una acción en el tubo de ionización de ondas de choque en el segundo tubo de ionización de ondas de choque y esto podría resultar en un funcionamiento incorrecto de un sistema de detonador.

El documento DE 4427296 A1 comprende un detonador no eléctrico, el documento US 5173569 A comprende un detonador de retraso digital, el documento US 5929368 A comprende un conjunto de circuito de retraso de detonador electrónico híbrido, el documento US 5942718 A comprende un detonador de retraso electrónico y el documento US 5435248 A comprende un detonador de retraso digital de gama extendida.

Un objeto de la presente invención es proporcionar un módulo de temporización el cual sea sensible a un criterio de entrada previamente determinado, sujeto a una validación del mismo, de una manera fiable y el cual, por lo menos en una forma de realización cuando se incorpora en un sistema de explosión, permita la eliminación sustancial de conductores eléctricos. La invención se describe más adelante en este documento con referencia particular a un retraso temporal el cual está directamente asociado con un detonador. Esto, sin embargo, es únicamente ilustrativo. Diversos principios inventivos descritos en este documento pueden ser utilizados de diferentes modos. El módulo de temporización podría por ejemplo ser utilizado en cualquier ubicación en un sistema de explosión en el cual se requiera un retraso temporal. El módulo puede ser utilizado para generar un retraso temporal en una superficie entre detonadores adyacentes los cuales están conectados a un arnés de conectores en un sistema de explosión.

RESÚMEN DE LA INVENCION

El objeto anterior se consigue mediante el módulo de temporización según la reivindicación 1 y el detonador según la reivindicación 13. Desarrollos adicionales ventajosos se establecen en las respectivas reivindicaciones subordinadas.

En detalle, la invención proporciona un módulo de temporización para utilizarlo en un sistema de explosión el cual incluye una instalación de discriminación con por lo menos un sensor el cual detecta por lo menos una característica de por lo menos un parámetro generado mediante por lo menos una acción en el tubo de ionización de ondas de choque, una instalación de validación la cual produce por lo menos una primera señal de salida si la por lo menos una característica detectada es validada y un temporizador el cual completa la ejecución de un intervalo de temporización de una duración previamente determinada únicamente si, por lo menos se produce la primera señal de salida.

La ejecución del intervalo de realización de temporización comienza en el momento de la detección de una pluralidad de características y la validación de las mismas.

Por lo tanto, la detección (percepción) de una característica de un parámetro de una acción en un tubo de ionización de ondas de choque no puede resultar, en sí misma, en la ejecución de un intervalo de temporización. Por lo menos la característica detectada debe ser validada para que tenga lugar la ejecución del intervalo de temporización. La validación puede tener lugar de diferentes modos dependiendo, por lo menos, de la naturaleza de la característica.

Como se utiliza en este documento "una acción en un tubo de ionización de ondas de choque" significa una combustión, deflagración, detonación, propagación de una señal o un proceso similar en un tubo de ionización de ondas de choque.

El parámetro puede ser cualquier salida que se pueda discernir o detectar la cual sea producida por la acción en el tubo de ionización de ondas de choque. El parámetro, por ejemplo, se puede seleccionar a partir de una señal electromagnética que incluye luz, una señal acústica, una onda de presión, una fuerza, emisión de calor y temperatura.

La característica puede ser una frecuencia, amplitud, velocidad de cambio o bien otro atributo adecuado del parámetro.

La instalación de discriminación puede incluir una pluralidad de sensores y cada sensor puede ser sensible a por lo menos una característica de un parámetro respectivo. Cada sensor puede producir directamente una señal de salida respectiva. Alternativamente una señal de salida puede ser producida de un modo adecuado (por ejemplo por medio de un circuito eléctrico, programación o soporte lógico) en respuesta a una señal a partir del sensor.

Es posible que un sensor sea sensible a dos o más características. Por ejemplo un sensor puede ser sensible a un nivel de temperatura y a la velocidad de cambio de la temperatura. De forma similar un sensor puede ser sensible a la amplitud, frecuencia o velocidad de cambio de una señal electromagnética tal como una luz, o la amplitud, velocidad de cambio o duración de una onda de presión, una señal acústica o una fuerza. Se debe hacer uso de dos o más sensores los cuales sean sensibles a diferentes características, o los cuales sean sensibles a alguna de las mismas o de todas las mismas características. Este enfoque proporciona beneficios particulares desde el punto de vista de la seguridad. Por ejemplo mediante la detección de por lo menos dos características a partir de uno o más parámetros y entonces sometiendo a la característica detectada a un proceso de validación se consigue un alto grado de fiabilidad y autenticidad. Estos aspectos son de la máxima importancia en un sistema de detonador. Por lo tanto, según la invención, por lo menos dos parámetros independientes los cuales coexisten en una acción de un tubo de ionización de ondas de choque son detectados y validados.

En el documento US 5133257 la energía a partir de una onda de presión o de choque se aplica a un transductor piezoeléctrico para generar un impulso eléctrico el cual carga un condensador. La energía en el condensador es a continuación utilizada para encender un inflamador en un detonador. En la presente invención, si el parámetro es, por ejemplo, una onda de presión, no se utiliza la energía en la onda para encender un inflamador. En cambio una o más características de la onda de presión son validadas y, en respuesta a una validación con éxito, se controla el funcionamiento de un temporizador. También, si el módulo de temporización está directamente asociado con un detonador, la energía para la inflamación se deriva a partir de una batería o bien otra fuente de energía la cual está asociada con el detonador o el módulo de temporización.

La invención no está limitada con respecto a las características de los parámetros, ni con respecto a los parámetros, los cuales son detectados y validados.

Un parámetro puede estar inherentemente presente en el tubo de ionización de ondas de choque y puede ser de tal modo que se produzca de una manera repetitiva y predecible a partir de un proceso controlado de fabricación del tubo de ionización de ondas de choque. Alternativamente o adicionalmente una o más sustancias pueden ser utilizadas en el proceso de fabricación de modo que, en el momento de la ignición del tubo de ionización de ondas de choque, se produzca por lo menos una acción previamente determinada de características definidas. Esta característica, de forma conveniente, puede ser dependiente de la frecuencia. Por ejemplo se pueden añadir sustancias al tubo de ionización de ondas de choque las cuales se inflaman cuando el tubo de ionización de ondas de choque es inflamado y el cual en ese momento emite una radiación a frecuencias respectivas definidas las cuales están unívocamente asociadas con las sustancias y por lo tanto con el tubo de ionización de ondas de choque. Esta característica permite que la utilización del módulo de temporización, o del tubo de ionización de ondas de choque, sea estrechamente controlada por ejemplo por seguridad o por razones de seguridad para que, si una característica o características particulares no se detectan, el temporizador se mantenga inoperativo y, sometido a consideraciones del circuito etc., entonces el detonador asociado no pueda ser encendido.

Es posible que un sensor sea sensible a las características de uno o más parámetros sobre una base integrada con respecto al tiempo, diferenciada con respecto al tiempo (esto es velocidad de cambio) o sobre cualquier otra base apropiada. Se observa, por ejemplo, que aunque la detección de una amplitud o magnitud de un parámetro tal como la luz, en cada una de dos ubicaciones separadas en un tubo de ionización de ondas de choque sea indicativa de inflamación del tubo de ionización de ondas de choque, sin embargo es posible que los detectores respondan a fuentes de luz extrañas. Esto, a su vez, podría resultar en un mal funcionamiento. Por lo tanto es deseable que la ejecución completa de un intervalo de temporización sea dependiente, no de un valor absoluto o magnitud de un parámetro (aunque esta medición pueda ser utilizada conjuntamente con otras mediciones) sino de una o más características las cuales sean menos probables que sean generadas por una fuente extraña. Por ejemplo un valor de la temperatura en exceso de un mínimo previamente determinado puede ser indicativo de una acción del tubo de ionización de ondas de choque. Sin embargo la velocidad de cambio de la temperatura, de un valor definido o dentro de una gama definida, puede estar asociada más apropiadamente y fiablemente con una acción genuina del tubo de ionización de ondas de choque. De forma similar una característica la cual se integra con respecto al tiempo puede estar asociada de una manera más segura con una acción del tubo de ionización de ondas de choque. Por lo tanto la integral, con respecto al tiempo, de la amplitud de una luz o de otra señal electromagnética, a una frecuencia designada, o por encima de una banda de frecuencia definida, es indicativa de la energía a esa frecuencia o en esa banda y el valor integrado puede ser utilizado como un factor de verificación.

Para mejorar la seguridad y la fiabilidad del funcionamiento del módulo de temporización se prefiere que una o más señales de salida sean generadas en respuesta a una o más características de por lo menos dos parámetros. Señales de salida a partir de, o señales de salida iniciadas por, uno o más sensores, preferiblemente son procesadas en serie y, opcionalmente, están conectadas a través de una o más puertas Y o dispositivos de lógica similares para asegurar que el temporizador ejecuta un intervalo de temporización de una duración previamente determinada únicamente si los parámetros están presentes en un momento o amplitud definidos o bien en otra relación uno con el otro. Procedimientos de este tipo promueven una mayor certidumbre en la salida del proceso de detección/validación y ayuda a reducir la probabilidad de un mal funcionamiento.

Según la invención, la instalación de validación se basa en la presencia de por lo menos dos parámetros en una relación definida uno con el otro. Parámetros los cuales son producidos por la misma acción del tubo de ionización de ondas de choque pueden ser contemplados como independientes uno del otro. Sin embargo los parámetros podrían tener una relación, uno con el otro, la cual únicamente pueda haber resultado a partir de una acción genuina del tubo de ionización de ondas de choque. Un parámetro por ejemplo puede ser luz y un segundo parámetro puede ser temperatura. La característica de la luz puede ser su amplitud y la característica de la temperatura puede ser su velocidad de cambio. Adicionalmente las características pueden estar presentes, esto es detectadas, dentro de un periodo de tiempo previamente determinado uno del otro.

Aun así es posible validar múltiples características de un parámetro. Un ejemplo, una señal de luz detectada podría ser sometida a procesos de validación con respecto a su amplitud, frecuencia y duración.

El módulo puede incluir una instalación de conmutación la cual sea sensible a una señal de temporización producida por el temporizador al final de un intervalo de temporización.

5 Cuando se utiliza una pluralidad de sensores la instalación de conmutación puede ser dependiente de señales de salida respectivas que son generadas o iniciadas por los sensores sustancialmente de forma simultánea o que tienen un tiempo, amplitud o bien otra relación definida de unas con las otras.

10 La instalación de validación puede incluir una memoria en la cual se almacena los datos como datos de referencia los cuales sean representativos de por lo menos una característica del por lo menos un parámetro el cual, con una acción del tubo de ionización de ondas de choque, se espera que sea generado.

La memoria puede ser cualquier memoria adecuada por ejemplo una memoria no volátil y puede estar cargada con datos de referencia bajo condiciones de fabricación de modo que no la pueda variar el usuario.

15 La instalación de validación puede incluir un comparador para comparar información producida por la instalación de discriminación de los datos de referencia. Esto permite que sea llevado a cabo un proceso de validación para asegurar que las señales de salida sean producidas únicamente en respuesta a características validadas de uno o más parámetros a partir de una acción del tubo de ionización de ondas de choque y no espuriamente.

20 Si los datos de referencia se almacenan en una memoria no volátil entonces es posible, según los requisitos, cambiar los datos de referencia es decir durante una fase de fabricación o de prueba, para tener en cuenta condiciones de funcionamiento o tubos de ionización de ondas de choque diferentes. Esto permite que se controle la utilización potencial del temporizador. Si el proceso de validación, efectivamente, es llevado a cabo por medio de un circuito diseñado a medida, también referido como un proceso de validación de codificación fija, entonces el proceso de validación es sustancialmente inflexible. Un procedimiento de validación a base de programas puede ser realizado para que sea inherentemente más flexible porque el ejercicio de validación puede ser llevada a cabo en términos de valores los cuales son cargados en un programa para una aplicación definida. En términos generales se puede decir que la instalación de validación de codificación fija podría ser manejable más rápidamente que un sistema a base de programación. Aunque la velocidad podría ser ventajosa es posible diseñar un sistema el cual utilice una técnica de validación relativamente más lenta sin perjudicar o comprometer la efectividad de la explosión.

35 Los datos de referencia pueden estar almacenados en forma analógica (por ejemplo una carga almacenada capacitivamente) o en forma digital. Típicamente si los datos de referencia están en forma analógica una señal basada en una característica escogida de un parámetro debe exceder de un umbral. En el último caso (datos de referencia almacenados en forma digital) se ejerce un control digital sobre el ejercicio de validación y pueden ser efectuadas comparaciones numéricas o equivalentes. La invención no está limitada de este modo. La validación se puede llevar a cabo mediante soporte lógico o por medio de un circuito diseñado a medida o lógica con cables la cual, inherentemente incorpora características seleccionadas las cuales se basan en datos representativos los cuales están asociados con una acción del tubo de ionización de ondas de choque previamente determinada.

40 Por lo menos la instalación de discriminación puede estar implantada utilizando técnicas analógicas o digitales o cualquier combinación de las mismas.

45 El temporizador puede ser accionado inmediatamente en respuesta a la detección de por lo menos un parámetro o a la producción de la primera señal de salida, o en respuesta a una pluralidad de señales de salida, o después de que haya pasado un periodo de tiempo previamente determinado después de la detección de por lo menos un parámetro o después de la producción de por lo menos la primera señal de salida, o en respuesta a cualquier otro factor el cual esté unívocamente asociado con una acción genuina del tubo de ionización de ondas de choque.

50 Según la invención, las señales las cuales son representativas del parámetro se supervisan a fin de detectar las características de las mismas, durante una ventana de clasificación la cual tiene una extensión en el tiempo y opcionalmente una extensión en la amplitud definida.

55 Si es apropiado, se puede utilizar más de una ventana temporal de clasificación y, con cada ventana, puede ser supervisada una o más señales de parámetros. Una ventana también puede ser supervisada para detectar la ausencia de una señal del parámetro.

60 La supervisión de la ausencia de una señal del parámetro puede ser beneficiosa. Por ejemplo si la luz es un parámetro entonces la presencia de luz en dos ubicaciones separadas en un tubo de ionización de ondas de choque podría ser simulada por medio de una fuente de luz de alta intensidad la cual apunta en las ubicaciones. Esto podría conducir a una determinación incorrecta de una acción del tubo de ionización de ondas de choque. Si la ausencia de luz se va a supervisar entonces la utilización de una fuente de luz de alta intensidad no puede ser fácilmente utilizada para simular una acción del tubo de ionización de ondas de choque porque si la luz se detecta en una ubicación, una ubicación separada estará iluminada y viceversa. Este principio puede ser utilizado repetidamente por ejemplo para la supervisión de diversas ubicaciones las cuales están separadas por la presencia o la ausencia de luz. Con esta clase de configuración, en cualquier momento, la luz podría ser detectada únicamente en una

ubicación y el intervalo de tiempo entre la detección de la luz en una primera ubicación y una segunda ubicación podría ser de una duración definida.

5 El módulo de temporización puede incluir una primera fuente de energía y un elemento de iniciación el cual forma parte de un detonador. La instalación de conmutación puede ser utilizada para conectar la primera fuente de energía directa o indirectamente al elemento de iniciación.

10 El elemento de iniciación puede ser cualquier dispositivo adecuado el cual es conocido en la técnica y la invención no está limitada a este respecto.

La primera fuente de energía puede incluir una batería o por lo menos un condensador.

15 La energía derivada a partir de una fuente de energía segunda o primaria puede ser almacenada en la primera fuente de energía. La segunda fuente de energía puede ser una batería.

20 El módulo puede incluir un circuito de gestión de la potencia el cual es utilizado para transferir energía eléctrica desde la segunda fuente de energía al interior de la primera fuente de energía. Esto puede ser en respuesta al funcionamiento de la instalación de conmutación. El circuito de gestión de la potencia puede estar diseñado para almacenar energía eléctrica en la primera fuente de energía a una tensión la cual sea más alta que la tensión la cual está disponible a partir de la segunda fuente de energía.

25 En una forma de la invención la transferencia de energía eléctrica desde la segunda fuente de energía al interior de la primera fuente de energía comienza en el momento de la detección de un parámetro o en el momento de la producción de, por lo menos, la primera señal de salida y se completa antes de que la instalación de conmutación funcione en respuesta a, por lo menos, la primera señal de salida.

El módulo de temporización puede estar incorporado en el interior de un detonador, o principios seleccionados a partir de los conceptos anteriores pueden ser realizados, como se requiera, en un detonador.

30 BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

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

35 la figura 1 muestra cómo varían a lo largo del tiempo algunos parámetros los cuales son producidos por una acción del tubo de ionización de ondas de choque;

la figura 2 es una representación en diagrama de bloques de un módulo de temporización según la invención; y

40 la figura 3 muestra con más detalle algunos aspectos del diagrama de bloques representado en la figura 2, cuando el módulo de temporización se utiliza para la generación de un retraso temporal antes de encender un elemento de iniciación en un detonador.

DESCRIPCIÓN DE FORMAS DE REALIZACIÓN PREFERIDAS

45 La propagación de una señal mediante un tubo de ionización de ondas de choque, ya sea por medio de una combustión, deflagración, detonación o un proceso similar (referido en este documento como una "acción del tubo de ionización de ondas de choque"), produce una serie de efectos físicos distintos (en este caso "parámetros") tales como la emisión de luz, la generación de una onda de presión y la liberación de calor. La naturaleza de estos parámetros, sus amplitudes relativas y su interrelación a lo largo del tiempo, están determinadas por la composición física del tubo de ionización de ondas de choque. Es prácticamente imposible simular las características y las relaciones específicas de los parámetros los cuales ocurren en una acción del tubo de ionización de ondas de choque. La invención se basa en la comprensión de que las características únicas de los diversos parámetros los cuales son generados por una acción del tubo de ionización de ondas de choque pueden ser utilizadas, sometidas a procesos de validación cuidadosamente controlados, para controlar el funcionamiento de un módulo de temporizador y de ese modo de un detonador eléctrico, de una manera efectiva y segura.

60 La figura 1 de los dibujos adjuntos tiene cuatro curvas normalizadas etiquetadas L, S, P y H respectivamente, las cuales ilustran cómo varían en función del tiempo cuatro parámetros, los cuales son generados por una acción del tubo de ionización de ondas de choque. Éstos son respectivamente un perfil de amplitud de la luz, un perfil de energía de la luz, un perfil de presión y un perfil de calor. Estos parámetros son distribuidos en un tiempo muy corto y algunos de los parámetros ocurren sustancialmente de forma concurrente. La curva de energía S es únicamente notacional. Si la amplitud de la energía de la luz se determina en un momento (instante) determinado entonces la curva tendrá la misma forma que la curva L. Si la energía en un impulso de luz se va a medir sobre un intervalo de tiempo, entonces la amplitud de la luz sería integrada con respecto al intervalo de tiempo. La forma de la curva S sería entonces diferente de la que está representada. Puesto que la duración de un impulso de luz es corto pueden haber beneficios en medir la energía de la luz en un impulso, en oposición a únicamente la amplitud, del modo que

el impulso pueda ser categorizado, con un mayor nivel de certidumbre, como habiendo sido producido por una acción del tubo de ionización de ondas de choque.

5 La amplitud de un impulso de luz crece desde cero hasta una intensidad máxima y entonces decae rápidamente. Una elevación de la temperatura asociada con un frente de inflamación que avanza en un tubo de ionización de ondas de choque generalmente retrasará la emisión de luz. El tiempo de elevación del impulso de la temperatura será más lento y típicamente tendrá un perfil más cerca de aquél de las curvas P y H. Un posible procedimiento de validación podría entonces basarse en lo siguiente:

10 a) detección de la presencia de luz por lo menos de una magnitud previamente determinada;

b) detección de la ausencia de luz dentro de una ventana de una duración definida que comienza en un período definido después de completar con éxito la etapa (a); y

15 c) durante o después del período definido en la etapa (b), supervisión de la velocidad de cambio de la temperatura.

20 La amplitud de la luz y la velocidad de cambio de la temperatura se validan mediante procesos de comparación. Se debe observar que, inherentemente, se lleva a cabo una validación adicional mediante la utilización de una ventana temporal porque la medición de la velocidad del cambio de la temperatura únicamente estaría afectada y se tendría en cuenta si existiera una ausencia de luz durante la ventana temporal definida.

25 La figura 1 ilustra una ventana de clasificación 10 la cual tiene una extensión de la amplitud 12 y una extensión del tiempo 14. La ventana empieza en el momento T1 después del comienzo de una acción del tubo de ionización de ondas de choque (tiempo = 0) el cual se toma como el momento en el cual la acción del tubo de ionización de ondas de choque se presenta a un módulo de temporización (como se describe más adelante en este documento). Los parámetros seleccionados los cuales quedan dentro de la ventana son rastreados y los datos que pertenecen a características de cada parámetro son almacenados en una forma adecuada, analógica o digital, para una recuperación subsiguiente, cuando se requiera, como datos de referencia. A partir de pruebas realizadas con tubos de ionización de ondas de choque representativos es posible registrar cómo los parámetros escogidos y las características seleccionadas de los mismos varían, con respecto al tiempo, y las relaciones entre estas características por ejemplo en un momento, amplitud (magnitud), velocidad de cambio o bien otras bases. Estos datos están unívocamente asociados con una acción del tubo de ionización de ondas de choque. Las naturalezas y las relaciones específicas de las características de los parámetros tales como luz, presión, fuerza, temperatura y calor las cuales ocurren en una acción del tubo de ionización de ondas de choque no pueden ser rápidamente simuladas. Además, si se requiere, es posible incorporar en el material en el interior del tubo de ionización de ondas de choque por lo menos uno o más elementos o composiciones particulares ("aditivos"), los cuales se seleccionan específicamente para el propósito, lo cual da lugar a una o más características únicas y distintivas adicionales, las cuales pueden ocurrir dentro de la ventana de clasificación 10 o en algún otro momento. Esta capacidad ofrece beneficios sustanciales desde el punto de vista de la seguridad porque permite que la utilización del tubo de ionización de ondas de choque esté limitada a un módulo de temporización, y a un detonador asociado, con características complementarias, y viceversa.

45 En un aspecto las características las cuales se van a supervisar se pueden clasificar en dos categorías. Una primera categoría de características incluye aquellas características las cuales son determinadas sustancialmente de forma instantánea, por ejemplo una magnitud absoluta, la presencia o ausencia de una señal, o la velocidad de cambio de una característica, en un momento determinado. Una segunda categoría de características incluye aquellas las cuales dependen del tiempo, por ejemplo la duración de una señal, el tiempo tomado por una señal para aparecer y después ausentarse y un valor el cual está proporcionado por una integral de una señal que depende del tiempo. Con las características primeras, los procesos de validación pueden ser llevados a cabo más rápidamente que para las características las cuales quedan dentro de la segunda categoría.

55 Las características seleccionadas se clasifican como un estímulo de entrada el cual puede ser electrónicamente detectado y procesado. El número de estímulos los cuales pueden ser detectados se podría incrementar para conseguir un incremento proporcionado en el nivel de certeza en el que ha sido identificada una acción del tubo de ionización de ondas de choque genuino. Este aspecto de la invención se basa en el principio de que una acción del tubo de ionización de ondas de choque puede ser identificada positivamente y con precisión mediante las características las cuales están unívocamente asociadas con los parámetros seleccionados producidos cuando se presenta una acción del tubo de ionización de ondas de choque en una ubicación definida y las cuales se prestan ellas mismas a procedimientos de validación. Los datos de entrada a partir de una acción tentativa del tubo de ionización de ondas de choque son sometidos a procesos de validación los cuales son llevados a cabo con un grado excepcional de fiabilidad. En el momento de la validación de un proceso de temporización se completa un intervalo de tiempo definido. Se utilizan medios electrónicos para controlar la duración del intervalo de temporización porque de este modo se consigue un grado deseado de precisión.

65 La figura 2 es una representación de un diagrama de bloques de ciertos aspectos de un circuito de un módulo de temporización 30 según una forma de la invención. El módulo de temporización incluye una instalación de

discriminación 32 la cual controla el funcionamiento de un temporizador eléctrico 34. Una batería 36 alimenta la instalación 32 y el temporizador 34.

5 Un extremo de un tubo de ionización de ondas de choque 38 se presenta a la instalación de discriminación 32. Esto se puede hacer de un modo apropiado. De forma conveniente el extremo, no representado, está conectado a través de un acoplamiento adecuado a un alojamiento el cual contiene el módulo de temporización 30. Se puede utilizar un acoplamiento individual el cual permita la detección de los parámetros los cuales están presentes en el extremo del tubo de ionización de ondas de choque. Esto es ejemplar únicamente y no limitativo. En una instalación alternativa 10 dos o más conexiones se realizan a un tubo de ionización de ondas de choque, preferiblemente cerca de un extremo del tubo. Estas conexiones están separadas en una dirección alargada del tubo de ionización de ondas de choque. En cada conexión del tubo de ionización de ondas de choque se supervisa, utilizando sensores adecuados, la presencia o la ausencia de características de los parámetros previamente determinadas. La separación entre las conexiones se presta ella misma, de forma inherente, a la supervisión de otras características es decir la velocidad de propagación de una frente de onda (frente de ignición) en el tubo de ionización de ondas de choque. Por ejemplo 15 en un punto de conexión la magnitud de un impulso de luz, la velocidad de cambio de la temperatura y el intervalo de tiempo entre una amplitud máxima del impulso de luz y una temperatura máxima se pueden detectar y medir. Estas mediciones pueden entonces ser sometidas a procesos de validación. Alternativamente o adicionalmente, las mismas características de los parámetros se detectan y se miden en un segundo punto de conexión el cual está a una distancia conocida del primer punto de conexión. Los dos conjuntos de características de los parámetros debieran ser idénticos, excepto por un intervalo de tiempo el cual es de una duración conocida. Los procesos de validación se completan entonces comparando un conjunto de características de los parámetros con el segundo conjunto de características de los parámetros. Este ejercicio, el cual puede ser llevado a cabo en un proceso de validación individual o en un proceso de validación adicional, permite que sean verificadas la velocidad y la dirección de la propagación de una acción del tubo de ionización de ondas de choque en un tubo de ionización de ondas de 20 choque.

La instalación de discriminación 32 incluye una serie de sensores (descritos más adelante en este documento) los cuales supervisan los parámetros de una acción del tubo de ionización de ondas de choque para detectar las características 40 de la misma. Si se detecta una característica y se identifica o valida positivamente, se produce una señal 42. El temporizador se causa que empiece un ciclo de temporización en el momento de la detección de la característica.

35 Durante la ejecución del ciclo de temporización, características adicionales presentadas por parámetros de la acción del tubo de ionización de ondas de choque a la instalación de discriminación se detectan y validan. Si todas las entradas a la instalación de discriminación son validadas entonces se permite que el temporizador complete su ciclo de temporización y al final del mismo se genera una señal de salida de temporización 44.

40 En el ejemplo anterior el ciclo de temporización se inicia en el momento de la detección de la señal de luz. La amplitud de la señal de luz y la velocidad del cambio de la temperatura se validan entonces. Alternativamente el comienzo del ciclo de temporización tiene lugar únicamente si estas dos características son validadas. En cada caso el ciclo de temporización únicamente se completa si, en la segunda conexión, se miden señales sustancialmente idénticas para la amplitud de la luz y la velocidad de cambio de la temperatura.

45 Si las características no se validan o si la validación no tiene lugar dentro de un período el cual es inferior a la duración del intervalo o ciclo de temporización, una señal 46 es enviada al temporizador para detener su funcionamiento. La señal de salida de temporización 44 no se genera entonces y se termina la ejecución del intervalo de temporización. Por lo tanto el temporizador únicamente se permite que continúe con la ejecución del ciclo de temporización si se produce la señal 42. Si la señal no se produce, esto es no tiene lugar validación dentro de un intervalo de tiempo previamente determinado, se detiene la ejecución del ciclo de temporización completo. En 50 otra implantación el temporizador empieza la ejecución del ciclo de temporización únicamente cuando se produce la señal 42.

55 En una forma de realización particularmente preferida un sensor individual, tal como un fotodiodo, se utiliza para supervisar dos parámetros de una acción del tubo de ionización de ondas de choque. Por ejemplo la luz, preferiblemente la amplitud de la luz, y la temperatura (la magnitud de la temperatura) se pueden supervisar mediante la utilización de un fotodiodo el cual es polarizado a través de la utilización de un circuito apropiado en un primer modo de forma que sea sensible a una señal de luz y después de ello es polarizado en un segundo modo de forma que sea sensible a la temperatura.

60 La señal de salida de temporización puede ser utilizada, en un arnés de conectores en un sistema de explosión, para propagar un retraso a lo largo del mazo. Alternativamente, como se describe adicionalmente en este documento, la señal de salida de temporización se utiliza para controlar el encendido de un elemento de iniciación en un detonador el cual ha sido colocado en un taladro.

65 La figura 3 ilustra aspectos adicionales del módulo de temporización. La instalación de discriminación 32 está encerrada en una línea de puntos. Conectado a la instalación de discriminación está un procesador 50 el cual

incluye un circuito de gestión de la energía y, opcionalmente, un conjunto de comunicación (como se describe más adelante en este documento), una instalación de conmutación 52, un condensador de almacenaje de energía 56 y una memoria 58. La batería 36 está conectada a la instalación de discriminación 32 a través de un fusible 60. La instalación de discriminación 32 incluye un filtro digital 62, tres puertas Y 64, 66 y 68 respectivamente, circuitos de enclavamiento 70, 72 y 74, un conjunto de inicialización del disparo 76, puertas Y 78, 80 y 82, conmutadores 84, 86 y 88 respectivamente los cuales están conectados a salidas de las puertas Y 78 a 82 y un dispositivo de iniciación 90 el cual es de cualquier clase apropiada y el cual está conectado en serie con los conmutadores 84 a 88.

Tres sensores 100 a 104 están conectados respectivamente a las puertas Y 64 a 68 y tienen entradas conectadas a una puerta O 106. Las entradas también van al filtro 62.

Los datos apropiados son almacenados en la memoria 58 la cual está conectada al circuito de gestión de la energía 50. Estos datos, típicamente, incluyen datos de identidad que pertenecen a, o bien asociados de otro modo con, un detonador con el cual se va a utilizar el módulo de temporización 30, tal como datos de temporización, parámetros del disparador del detonador, información de fabricación y de rastreo del detonador, un identificador del detonador el cual está unívocamente asociado con el detonador y similares. Esta lista es ejemplar únicamente y no es limitativa.

El módulo de temporización 30 también incluye un conjunto de comunicación el cual puede estar incorporado en el procesador 50. El conjunto de comunicación permite que tenga lugar la comunicación entre el aparato de control tal como un control de explosión (no representado) y el resto del circuito de gestión de la energía, el temporizador programable y la memoria. Esta característica es valiosa porque, a través del conjunto de comunicación, los datos en la memoria 58 se pueden variar para condiciones de funcionamiento adecuadas. Por ejemplo, el temporizador podría estar programado para cambiar la duración de un intervalo de temporización el cual es ejecutado en el momento de una validación con éxito de las características de los parámetros, según los requisitos de un programa. La utilización de un detonador también puede ser gestionada rígidamente, para que el encendido del detonador se pudiera inhibir en ausencia de un criterio de entrada definido.

Es posible tener diferentes procesos de validación los cuales son llevados a cabo con respecto a una acción del tubo de ionización de ondas de choque. Cada proceso de validación está estructurado para que sea tan fiable y preciso como cualquier otro proceso de validación. Meramente a título de ejemplo un proceso de validación podría ser con respecto a la amplitud de la luz y la velocidad del cambio de la temperatura mientras otro proceso de validación se podría basar en la duración de un impulso de luz y el intervalo de tiempo entre una amplitud máxima de un impulso de luz y una temperatura máxima. El conjunto de comunicación podría ser empleado para asegurar que se implante un proceso de validación escogido. En una instalación de explosión basada en la utilización de una pluralidad de detonadores los datos que pertenecen a cada ejercicio de validación se podrían transferir a la memoria de cada detonador bajo condiciones de campo utilizando los conjuntos de comunicación respectivos. Antes de este ejercicio, el cual es similar a un proceso de armado utilizando preliminar, podría no ser posible, sin tener en cuenta el proceso de validación el cual se está llevando a cabo, que un detonador fuera encendido.

De forma similar, los datos a partir de cada detonador, por ejemplo, los datos relativos al estado del detonador, podrían ser transferidos por el conjunto de comunicación respectivo a un programador de la explosión, o a un control de la explosión.

Una función primaria del filtro 62 es derivar los datos a partir de las características de entrada de los parámetros seleccionados para los propósitos de validación o confirmación, o directamente para validar estos datos. Las especificaciones del filtro pueden estar configuradas o determinadas con respecto a cualquier característica adecuada la cual identifique unívocamente una acción del tubo de ionización de ondas de choque, tal como un nivel umbral o un tiempo de elevación de un parámetro, la velocidad de cambio de un parámetro con el tiempo, el valor integrado de un parámetro con respecto a un intervalo de tiempo particular y la presencia y la duración, o la ausencia, de uno o más parámetros dentro de una ventana de temporización de clasificación o dentro de una pluralidad de ventanas de temporización de clasificación. En una implantación, las características relativas a los parámetros que aparecen a partir de una acción del tubo de ionización de ondas de choque son procesadas para los propósitos de validación durante una primera ventana de clasificación y las características a partir de los mismos o de parámetros diferentes, como se desee, son procesadas para la validación durante una segunda ventana de clasificación o una pluralidad de ventanas de temporización de clasificación subsiguientes.

El filtro 62 controla el funcionamiento de la instalación de conmutación 52 y del temporizador 34 el temporizador es programable para ejecutar un periodo de retraso temporal escogido, como es conocido en la técnica. Al final del periodo de retraso temporal el elemento de iniciación 90 es inflamado a fin de encender un detonador, no representado.

Los componentes los cuales están incluidos en el módulo de temporización tienen un bajo consumo de corriente. Esto permite que la batería en la instalación de suministro de energía permanezca conectada permanentemente, por lo menos a la instalación de discriminación. Preferiblemente la batería está conectada, adicionalmente, a las partes aplicables del resto del circuito, por ejemplo a la instalación de validación. Dependiendo de la construcción del temporizador la batería puede estar conectada permanentemente al temporizador y el temporizador puede entonces

5 ser iniciado por la aplicación de una señal de control apropiada. Alternativamente el temporizador es iniciado mediante la conexión de la batería al temporizador. La conexión permanente de la batería es factible, desde un punto de vista de la seguridad, porque el elemento de iniciación 90 únicamente puede ser inflamado por una señal de encendido la cual es generada con un alto nivel de certidumbre bajo condiciones estrictamente controladas. Este factor favorece, a este respecto, la fabricación del módulo de temporización porque se elimina la necesidad de un circuito de conmutación el cual puede conectar la batería al resto del circuito, bajo condiciones definidas.

10 El módulo 30 está acoplado al tubo de ionización de ondas de choque 38 de tal modo que los sensores 100 a 104 están expuestos por lo menos a los procesos físicos seleccionados los cuales resultan en el momento de la propagación de la señal por el tubo de ionización de ondas de choque. Por lo tanto el sensor 100 es sensible a la intensidad (amplitud) o la frecuencia de la luz o bien, opcionalmente, a ambos valores. El sensor 102 responde a un nivel de presión esto es el valor absoluto o relativo de la presión. El sensor 104 es sensible al calor y es sensible directamente al nivel de la temperatura o a la cantidad de calor que es incidente en el sensor. Estas respuestas se proporcionan a título de ejemplos únicamente y no son limitativas.

15 Es evidente a partir de lo anterior que el filtro puede ser utilizado para validar por lo menos algunas características directamente. Alternativamente o adicionalmente una señal a partir del filtro puede estar sometida a validación mediante la comparación de la señal a datos de referencia que pertenezcan a características respectivas, almacenadas por ejemplo en la memoria, la cual puede ser una memoria no volátil.

20 Si cualquiera de los sensores produce una señal positiva entonces esto es indicativo de que ha sido detectada una característica previamente seleccionada. La instalación de conmutación 52 es iniciada y el temporizador 34 es iniciado. Alternativamente estas acciones pueden tener lugar únicamente en el momento de la validación de una señal respectiva desde el o desde cada sensor. Esto permite que el temporizador empiece su intervalo de temporización tan cerca como sea posible del comienzo de la acción del tubo de ionización de ondas de choque. Es posible, sin embargo, permitir un periodo de tiempo de desfase de modo que el temporizador se cause que inicie un intervalo de tiempo únicamente después de un retraso previamente determinado a partir del comienzo de la acción del tubo de ionización de ondas de choque. La utilización de un período de tiempo de desfase tiene beneficios porque las funciones de la gestión y las operativas pueden ser llevadas a cabo por el circuito de gestión y, únicamente si aquellas funciones se completan satisfactoriamente, se inicia después de ello el intervalo de temporización.

30 Si el temporizador es iniciado erróneamente o si un proceso de validación no tiene éxito o no está implantado correctamente entonces, en respuesta a una señal subsiguiente 46 de salida emitida por el filtro, el conjunto de inicialización del disparador 76 es accionado de modo que el temporizador puede ser inicializado.

35 Se supone que el temporizador 34 comienza un intervalo de temporización en el momento de la detección de una primera señal positiva a partir del filtro, producida por el sensor 100. Si una señal a partir de cualquiera de los sensores 102 y 104 no se confirma que es representativa de una característica de una acción del tubo de ionización de ondas de choque entonces el proceso de temporización es terminado inmediatamente. Si todas las señales emitidas de salida por los sensores son verificadas por el filtro entonces se permite que el temporizador 34 ejecute su período de temporización completo y los circuitos de enclavamiento 70 a 74 son accionados. La instalación de conmutación 52 es accionada en un momento adecuado y la energía a partir de la batería 36 es transferida por el circuito de gestión de la energía 50 al condensador 56 el cual es cargado de ese modo a una tensión adecuada. Preferiblemente, la batería 36 no es capaz de inflamar el elemento de iniciación por lo menos dentro de un intervalo de tiempo diferente de una duración previamente determinada, por ejemplo porque la tensión de la batería es demasiado baja o la batería no puede emitir de salida una energía adecuada.

40 La carga del condensador puede tener lugar mientras el temporizador 34 está contando su periodo de temporización. Al final de ese periodo una señal de salida a partir del temporizador es aplicada a las puertas Y 78 a 82 y los conmutadores 84 a 88 son cerrados simultáneamente. La energía a partir del condensador es entonces descargada a través del elemento de iniciación 90 el cual es inflamado de ese modo.

45 Por lo tanto, en combinación, la batería 32, el condensador 56 y el circuito de gestión de la energía 50 componen una instalación de suministro de energía para activar el funcionamiento de los circuitos en el detonador y producir energía a un nivel apropiado para el encendido del elemento 90.

50 Si ocurre un fallo el cual evita la inflamación del elemento 90, por ejemplo si no tiene lugar un cierre simultáneo de los conmutadores 84 a 88, un circuito de derivación 110 es accionado por el circuito de gestión del procesador/energía 50 de modo que la energía, la cual ha sido previamente almacenada en el condensador, es descargada dentro del intervalo de tiempo definido anteriormente mencionado. Esta energía por lo tanto es disipada con seguridad y no está disponible para inflamar el elemento de iniciación. Ésta es una característica beneficiosa la cual permite que el efecto de un fallo de encendido del detonador sea efectiva y fiablemente invalidado. Alternativamente o adicionalmente el circuito de derivación 110 puede ser utilizado para descargar completamente la batería. También, el circuito de gestión del procesador/energía puede ser utilizado para controlar el funcionamiento

de la instalación de conmutación 52 de modo que la batería esté conectada al fusible 60 de una manera la cual cause que el fusible se derrita o funda. La batería se aísla entonces del resto del circuito.

5 Las funciones de detección y validación llevadas a cabo por la instalación de discriminación 32 pueden ser efectuadas por medio de un circuito individual (preferiblemente un circuito integrado) construido para ese propósito, o por medio de dos o más circuitos, según los requisitos. Por ejemplo un primer circuito podría ser utilizado para detectar y procesar características de parámetros tales como luz y presión y un segundo circuito podría ser utilizado para detectar y procesar características de parámetros tales como calor y sonido.

10 En otro enfoque circuitos sustancialmente idénticos son activados en paralelo. Cada circuito detecta y ejecuta procesos de validación sobre el mismo conjunto de características. A través de la utilización de circuitos de lógica apropiados el elemento de iniciación 90 únicamente es inflamado si los circuitos producen salidas sustancialmente idénticas. Instalaciones de redundancia de esta clase mejoran la fiabilidad y la seguridad inherente del módulo de temporización.

15

REIVINDICACIONES

1. Un módulo de temporización (30), para utilizarlo en un sistema de explosión, el cual incluye por lo menos:

5 una primera instalación de discriminación (32) con uno o más sensores los cuales detectan por lo menos una primera característica (40) de un primer parámetro generado por una acción de un tubo de ionización de ondas de choque y una segunda característica (40) de un segundo parámetro generado por la acción del tubo de ionización de ondas de choque,

10 una instalación de validación la cual produce por lo menos una primera señal de salida (42) si las características primera y segunda detectadas son validadas, y

un temporizador (34) el cual completa la ejecución de un intervalo de temporización de una duración previamente determinada únicamente si, por lo menos, la primera señal de salida (42) es producida, y en donde:

15 (i) los parámetros primero y segundo coexisten en la acción del tubo de ionización de ondas de choque;

(ii) las características (40) están presente en una relación definida una con la otra;

20 (iii) la primera característica (40) es detectada en un primer momento; y

(iv) la segunda característica (40) es detectada durante una ventana de una duración definida que comienza un período definido después de que la primera característica es detectada.

25 2. Un módulo de temporización (30) según la reivindicación 1 en el que el temporizador (34) es capaz de funcionar para la ejecución completa de un intervalo de temporización únicamente si, adicionalmente, cada característica detectada (40) es validada y si las características detectadas (40) están presentes en una relación definida en el tiempo una con la otra.

30 3. Un módulo de temporización (30) según la reivindicación 1 en el que la instalación de validación incluye una memoria (58) la cual se almacenan datos de referencia los cuales son representativos de por lo menos una de las características (40) y una instalación de comparador para comparar la información producida por uno o más sensores con los datos de referencia.

35 4. Un módulo de temporización (30) según la reivindicación 1 en el que el intervalo de temporización es iniciado en respuesta a la detección de la primera característica (40).

40 5. Un módulo de temporización (30) según la reivindicación 1 en el que el intervalo de temporización es iniciado en respuesta a la producción de la primera señal de salida.

6. Un módulo de temporización (30) según la reivindicación 1 en el que la ejecución del intervalo de temporización es iniciada únicamente después de un periodo de retraso temporal previamente determinado a partir de la detección de la primera característica (40), o a partir de la producción de la primera señal de salida.

45 7. Un módulo de temporización (30) según la reivindicación 1 el cual incluye:

una primera fuente de energía,

un elemento de iniciación (90) el cual forma parte de un detonador,

50 una instalación de conmutación (52) la cual, en respuesta a una señal de temporización producida al final del intervalo de temporización, es capaz de funcionar para conectar la primera fuente de energía al elemento de iniciación causando de ese modo el encendido del elemento de iniciación,

55 una segunda fuente de energía y

un circuito de gestión de la energía (50) el cual transfiere energía eléctrica, derivada desde la segunda fuente de energía, al interior de la primera fuente de energía a una tensión la cual es más alta que la tensión la cual está disponible a partir de la segunda fuente de energía.

60 8. Un módulo de temporización (30) según la reivindicación 7 en el que la transferencia de energía eléctrica al interior de la primera fuente de energía se completa antes de que la instalación de conmutación (52) conecte la primera fuente de energía al elemento de iniciación (90).

- 5 9. Un módulo de temporización (30) según la reivindicación 1 en el que la instalación de validación incluye un filtro (62) el cual está configurado para validar por lo menos una de las siguientes características: un nivel umbral o tiempo de elevación de un parámetro; una velocidad de cambio de un parámetro con el tiempo; un valor integrado de un parámetro con respecto a un intervalo de tiempo particular; una presencia, o una ausencia, de uno o más parámetros dentro de por lo menos una ventana temporal de clasificación.
- 10 10. Un módulo de temporización (30) según la reivindicación 1 en el que la primera característica (40) es detectada durante una primera ventana temporal de clasificación y la segunda característica (40) es detectada durante una segunda ventana temporal de clasificación.
- 15 11. Un módulo de temporización (30) según la reivindicación 7 el cual incluye un circuito el cual descarga energía desde una primera fuente de energía si la señal de temporización no es producida al final del intervalo de temporización.
- 20 12. Un módulo de temporización (30) según la reivindicación 1 en el que el primer parámetro (40) es luz y segundo parámetro (40) es presión.
13. Un detonador el cual incluye un módulo de temporización (30) según la reivindicación 1 y un elemento de iniciación (90) el cual es encendido en respuesta, por lo menos, a la primera señal de salida.

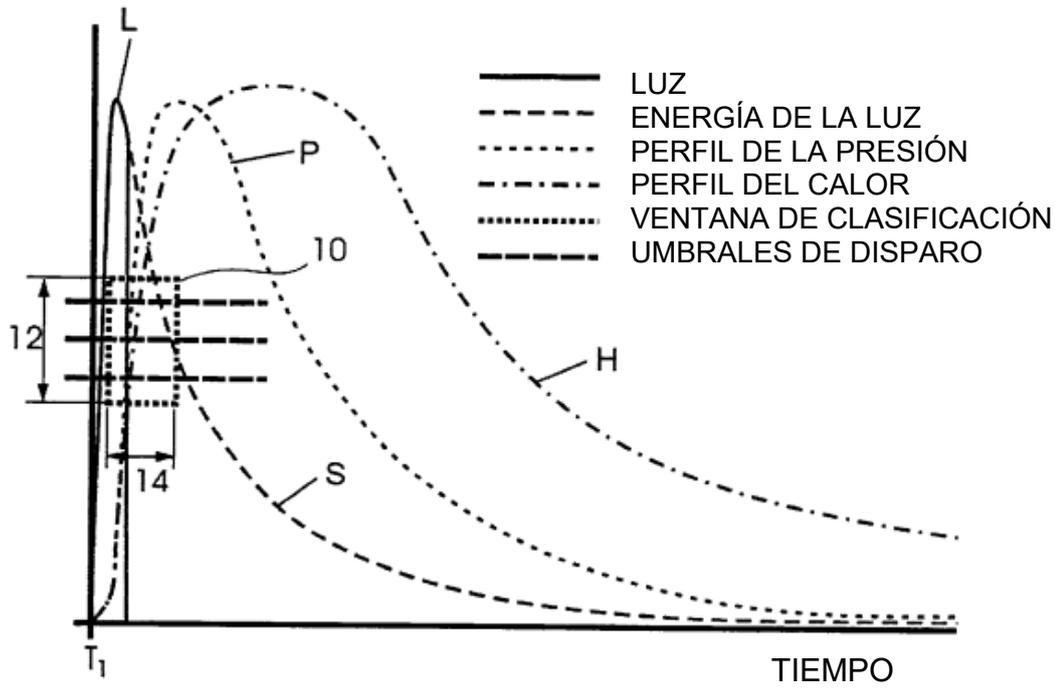


FIGURA 1

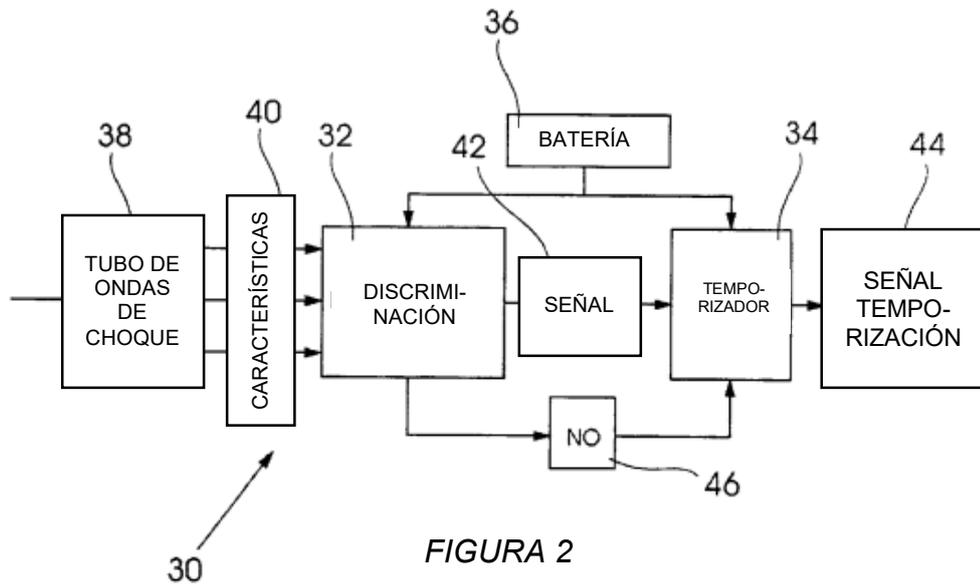


FIGURA 2

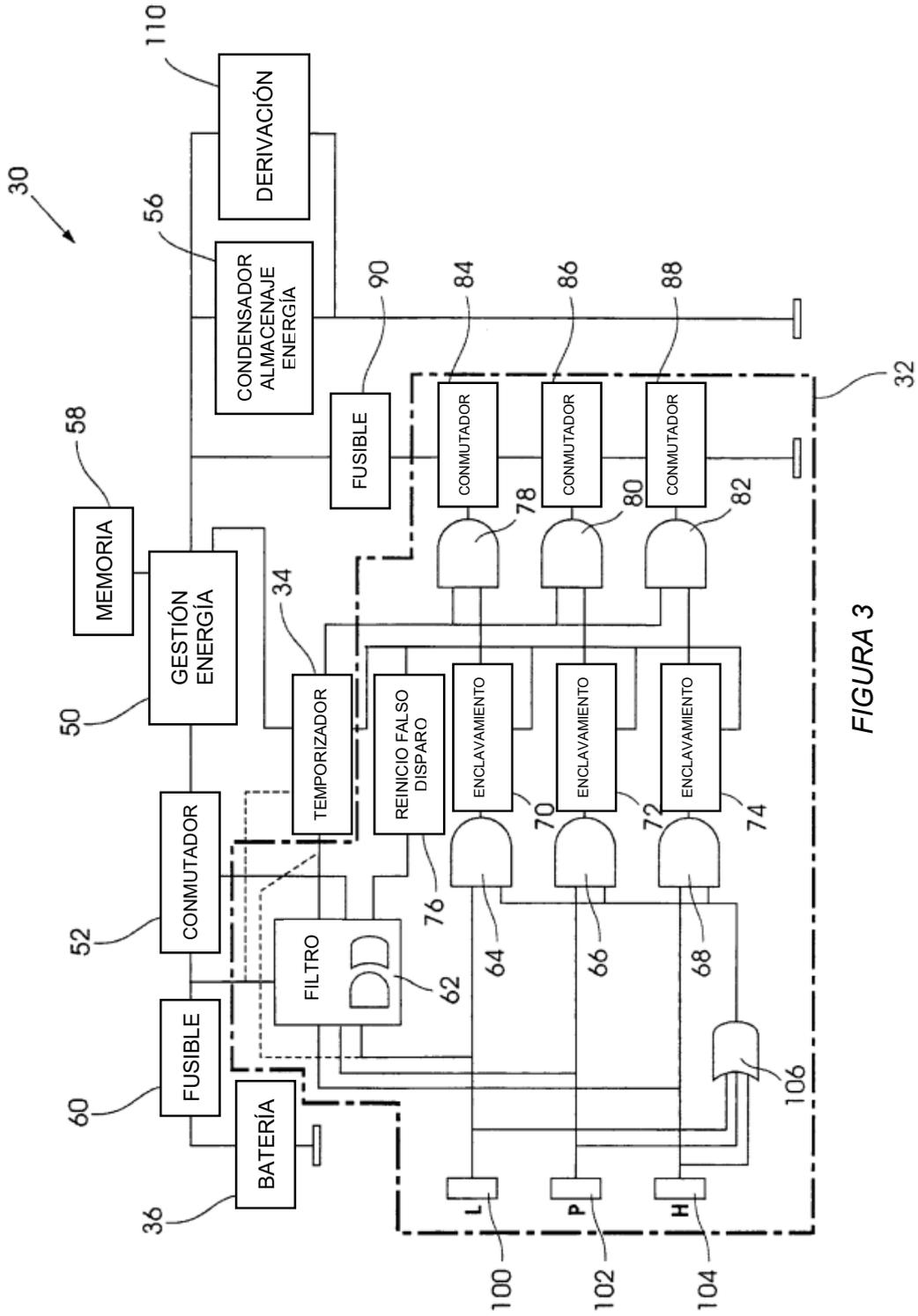


FIGURA 3