

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 603 927**

51 Int. Cl.:

F42D 1/055 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **01.07.2013 PCT/ZA2013/000046**

87 Fecha y número de publicación internacional: **09.01.2014 WO14008516**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **01.07.2013 E 13753510 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.09.2016 EP 2867610**

54 Título: **Llamada de detonador**

30 Prioridad:

02.07.2012 ZA 201204904

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

02.03.2017

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

SCHLENTER, CRAIG CHARLES

74 Agente/Representante:

CURELL AGUILÁ, Mireia

ES 2 603 927 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

Llamada de detonador.

5 Antecedentes de la invención

La presente invención se refiere a un procedimiento de comunicación con cada una de entre una pluralidad de detonadores en un sistema de explosión.

10 Una etapa importante al llevar a cabo una explosión es establecer que cada detonador que debería estar incluido en un sistema de explosión está presente y es funcional. Esto se puede hacer, por ejemplo, por medio de un proceso de llamada, en el que se envía una señal de interrogación repetidamente desde un dispositivo de control. A su vez, cada detonador, responde a la señal de interrogación y de este modo, notifica al dispositivo de control que el detonador está presente. La información del estado puede estar asimismo presente en el dispositivo de control.

15 La patente US nº 7848078 describe un procedimiento para interrogar a una pluralidad de detonadores. Cada detonador, en una serie interconectada de detonadores, es interrogado para responder en un intervalo de tiempo que está asociado con un tiempo de respuesta anticolidión único almacenado en el detonador. La puesta en práctica exitosa de esta técnica requiere que cada detonador incluya un dispositivo de temporización único, tal como un oscilador, que debe ser calibrado para asegurar que las respuestas de los diversos detonadores se produzcan de manera separada, en el tiempo, una de otra y no se solapen. La precisión de un oscilador, sin embargo, depende de varios factores que incluyen la temperatura y, con el fin de eliminar los efectos de la deriva del oscilador, cada uno de los osciladores debe ser calibrado poco antes de que los detonadores sean interrogados.

25 En las patentes US7533613 y US7971531, se describen diferentes enfoques de la situación. El último caso requiere que una máquina de explosión sea precargada con identificadores de detonador. Otra técnica del sector incluye las patentes US7870825, US7322293 y US7017494.

30 El documento EP0301848 divulga un procedimiento de llamada de detonador, en el que un galvanómetro de explosión utiliza una llave de incremento para establecer direcciones de comunicación consecutivas para detonadores de mecha. Cada detonador de mecha incorpora un secuenciador que incrementa un contador de direcciones como respuesta a un comando de petición procedente del galvanómetro de explosión. Si el contador de direcciones corresponde a una dirección almacenada en EEPROM, el detonador de mecha responde con la dirección y el retardo del detonador de mecha.

35 Un objetivo de la presente invención es proporcionar una técnica de interrogación que no necesite una calibración de oscilador ni una precarga de números de identidad en una máquina de explosión, que evite que la "colisión" entre señales responda a los detonadores y que pueda ser puesta en práctica con más rapidez.

40 Sumario de la invención

La invención prevé un procedimiento para llevar a cabo una llamada de una pluralidad de detonadores, que incluye las etapas siguientes:

- 45 1. proporcionar un respectivo contador de llamadas para cada detonador;
2. asignar a cada detonar un respectivo identificador de llamadas que es único para el detonador;
- 50 2(a) generar una señal de inicio;
- 2(b) asociar por lo menos un parámetro, que especifica un estado del detonador, con la señal de inicio;
3. transmitir la señal de inicio a todos los detonadores;
- 55 4. en cada detonador, como respuesta a la recepción de la señal de inicio, ajustar el respectivo contador de llamadas a un respectivo primer valor específico;
5. interrogar a los detonadores mediante la transmisión de una señal de petición por inversión de una tensión aplicada o transmitida a los detonadores, a todos los detonadores; y
- 60 6. en cada detonador:
- a) como respuesta a la recepción de la señal de petición, cambiar el respectivo primer valor específico en el contador de llamadas por un respectivo segundo valor específico;
- 65 b) comparar el respectivo segundo valor específico con el respectivo identificador de llamadas para el detonador; y

c) si, por lo menos, la comparación en la etapa b) es positiva, y si dicho estado del detonador predomina en el detonador, hacer que el detonador transmita una respectiva señal de respuesta.

5 La etapa 5 puede repetirse, es decir, las señales de petición se transmiten secuencialmente hasta que cada detonador en la pluralidad de detonadores haya tenido la oportunidad de transmitir una respectiva señal de respuesta.

10 Tal como se ha indicado, la señal de inicio está asociada con uno o más parámetros que pueden especificar por lo menos un requisito que debe ser cumplido para que un detonador transmita una respectiva señal de respuesta. A modo de ejemplo, un parámetro asociado con la señal de inicio puede necesitar que un detonador sea armado con éxito antes de que una señal de respuesta pueda ser transmitida por el detonador (en la etapa 6 (c)).

15 El primer valor específico al cual se ajusta el contador de llamadas, en cada detonador, puede variar según se especifique. Por ejemplo, el contador de llamadas puede ajustarse a cero o a otro valor particular. La última posibilidad permite que se inicie la interrogación con un identificador de llamadas particular, es decir, un detonador.

20 La señal de petición se transmite invirtiendo la polaridad de una tensión en cada detonador. Por lo tanto, la señal de petición tiene una corta duración de manera que el procedimiento de llamada de la invención no se pone en práctica rápidamente. Según la invención, si los detonadores están conectados a un arnés o bus de cables, tiene lugar una inversión de una tensión en uno o más conductores en el bus. Según un protocolo definido, esto puede ser interpretado por un detonador como la señal de petición que necesita la transmisión de una señal de respuesta a condición de que se satisfagan las condiciones apropiadas.

25 En cada detonador, el respectivo segundo valor específico al cual se cambia el contador de llamadas puede producirse aumentando o disminuyendo el primer valor específico (o contaje) en el contador de llamadas, o modificando de algún otro modo adecuado y previsible el primer valor específico en el contador de llamadas.

30 Es posible que un detonador, al recibir una señal de petición, tenga que cumplir por lo menos una condición predeterminada antes de transmitir una respectiva señal de respuesta. Por ejemplo, puede ser necesario que la comparación en la etapa 6(b) sea positiva y, adicionalmente, puede ser un requisito previo que el detonador esté armado.

35 La naturaleza de la señal de respuesta puede variar según sea necesario. La señal de respuesta puede constituir un impulso de modulación en el arnés o bus de cables. Alternativamente, la señal de respuesta puede contener información detallada, acerca del detonador seleccionado, por ejemplo, de la identidad del detonador, de su estado, y una suma de comprobación, u otra información de verificación, o similar.

40 Después de que una señal de respuesta haya sido transmitida por un detonador, puede transcurrir un intervalo de tiempo de duración predeterminada antes de que se transmita una señal de petición posterior. Por lo tanto, las señales de petición pueden ser transmitidas a intervalos de tiempo espaciados de manera regular.

45 La señal de inicio y las señales de petición pueden ser transmitidas desde un dispositivo de control. Cada señal de respuesta puede ser dirigida a un dispositivo de control. El dispositivo de control puede ser una máquina de explosión.

La invención se ha descrito haciendo referencia al uso de un bus o arnés de cables. Esto no es óbice para que el dispositivo de control pueda ser conectado de manera inalámbrica a la pluralidad de detonadores.

50 El procedimiento de llamada puede ser interrumpido o terminado utilizando cualquier técnica apropiada. Por ejemplo, después de una señal de petición dada, un intervalo de tiempo durante el cual no se ha transmitido ninguna señal, puede ser prolongado hasta un periodo que sea detectable sin ambigüedad por los detonadores, a pesar de que los detonadores no incluyan unos medios de temporización calibrados, tales como unos osciladores. Otra posibilidad es transmitir, en lugar de una señal de petición, una señal de control distinta que detenga o interrumpa el procedimiento de llamada.

55 El procedimiento de llamada puede ser puesto en práctica en relación con todos los detonadores en un sistema de explosión, o en relación con uno o más subconjuntos del mismo. Este último aspecto, por ejemplo, puede ser controlado, tal como ha sido indicado, transmitiendo una señal de inicio que contenga información, o un comando, que determine el primer valor específico al cual se ajusta cada detonador en la etapa 4. Este primer valor específico puede identificar un detonador de inicio en un subconjunto de detonadores deseado.

Breve descripción de los dibujos

65 La invención se describe con mayor a título de ejemplo haciendo referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

La figura 1 ilustra un sistema de explosión, en el que el procedimiento de llamada de la invención se pone en

práctica;

la figura 2 ilustra unos aspectos del circuito materializados en cada detonador incluidos en el sistema de explosión de la figura 1, y

las figuras 3A, 3B y 3C son unos respectivos diagramas de flujo que ilustran varias etapas en diferentes fases durante la puesta en práctica del procedimiento de la invención.

Descripción de las formas de realización preferidas

La figura 1 de los dibujos adjuntos ilustra esquemáticamente una parte de un sistema de explosión 10, en el que se pone en práctica el procedimiento de llamada de la invención. El sistema de explosión incluye una pluralidad de detonadores 12, cada uno de los cuales está situado en un respectivo taladro 14 formado en una roca 16 que debe hacerse explotar. Cada taladro contiene unos explosivos 18. Los detonadores están conectados por unas guías 20 y un arnés o bus de cables 22 a un dispositivo de control 24 que, típicamente, es una máquina de explosión.

A grandes rasgos, los aspectos mencionados anteriormente son convencionales. No obstante, se debe tener en cuenta que a pesar de que la invención se describe haciendo referencia al uso de un arnés o bus de cables 22 para conectar el dispositivo de control 24 a cada uno de los detonadores, esto resulta ejemplificativo únicamente para poder utilizar cualquier otra técnica adecuada. Por ejemplo, el dispositivo de control 24 puede comunicarse de manera inalámbrica con los detonadores. Otra posibilidad es comunicarse con los detonadores utilizando procesos de inducción magnética u óptica.

La figura 2 ilustra unos determinados componentes de circuito que están incluidos en cada detonador. Los componentes adicionales que están incluidos en cada detonador para permitir que el detonador consiga su funcionalidad no están representados. Estos componentes adicionales son conocidos en la técnica. Cada detonador incluye por lo menos un procesador 30, una sección de memoria 32, en la que un identificador de llamadas 34 está almacenado, un contador de llamadas 36, un componente receptor 38 para recibir una señal de entrada, y un componente transmisor 40 para transmitir una señal de salida. Típicamente, una señal de entrada recibida por el componente 38 se origina en el dispositivo de control 24 representado en la figura 1, mientras que una señal de salida transmitida desde el componente 40 se dirige al dispositivo de control. Tal como se aprecia en el ejemplo de la figura 1, las señales de entrada y salida son conducidas a través del arnés o del bus de cables. En un ejemplo diferente de la invención, las señales se transmitirían de manera inalámbrica u óptica a través de un medio aceptable.

Como requisito previo a la detonación del sistema de explosión representado en la figura 1, es deseable poder interrogar al sistema para establecer que cada detonador especificado, de hecho, está presente, y para comprobar el estado de cada detonador. Un proceso de interrogación de este tipo puede llevar bastante tiempo. El procedimiento de la invención se refiere, entre otros, a la puesta en práctica de este tipo de técnica de interrogación de manera rápida y eficiente.

Se asigna a cada detonador 12 en el sistema un único identificador de llamadas 34, que está almacenado en la respectiva sección de memoria 32. Los identificadores para los respectivos detonadores se asignan preferentemente de manera secuencial. Esto puede ocurrir a medida que los detonadores se comprueban o se marcan, o a medida que se disponen en los respectivos taladros 14. Sin embargo, existen otras opciones. Por ejemplo, en una configuración de cadena de tipo margarita, los detonadores pueden ser numerados en el orden en el que están enumerados en la cadena de tipo margarita. El identificador de llamadas de cada detonador puede ser distinto de cualquier otro identificador o código asociados con el detonador. De hecho, el identificador de llamadas puede constituir el único identificador basado en comunicación para el detonador.

Un diagrama de flujo en la figura 3A representa el uso de un etiquetador (en inglés, *tagger*) 40 que asigna un identificador de llamadas 34 a un detonador en el momento en que el detonador está conectado con el arnés 22. El *tagger* se utiliza secuencialmente (etapas 42, 22) con todos los detonadores. El uso del *tagger* es discontinuo una vez que a cada detonador se le ha asignado un respectivo identificador de llamadas único.

Haciendo referencia al diagrama de flujo en la figura 3B, y a la figura 1, cuando un proceso de interrogación o llamada se va a poner en práctica, el dispositivo de control 24 se hace funcionar para generar un comando 44 que se transmite a todos los detonadores. El comando contiene una señal de inicio que puede incorporar solo un único elemento, por ejemplo, un código que identifica el comando como una señal de inicio. Sin embargo, uno o más parámetros opcionales o información adicional están asociados con la señal de inicio, contenida en el comando. Por ejemplo, un parámetro puede estar unido a la señal de inicio para especificar que un estado particular debe prevalecer en un detonador diana para permitir que el detonador responda a la señal de inicio. Por ejemplo, puede ser un requisito previo que un detonador esté totalmente armado para que el detonador pueda responder a la señal de inicio.

En cada detonador, la señal de inicio es recibida por el respectivo componente receptor 38 y, como respuesta al mismo, el contador de llamadas 36, de este detonador, se ajusta (etapa 48) a un primer valor específico respectivo.

Este valor puede ser cero o cualquier otro valor deseado. Una referencia, por ejemplo, un contador 49 particular puede ser almacenado en el contador de llamadas para indicar que la llamada se ha llevado a cabo únicamente para un subconjunto, o serie particular, de detonadores en el sistema, en contraposición a comenzar con el primer detonador en el sistema y continuar con todos los detonadores. Alternativamente, la referencia (contador particular 49) que es opcional, puede estar unida a la señal de inicio en el comando 44.

Después de que la señal de inicio haya sido transmitida, y se haya hecho funcionar por cada detonador, el dispositivo de control 24 interroga a los detonadores transmitiendo una pluralidad de señales de petición 50 en sucesión a todos los detonadores, se hace referencia a la diagrama de flujo en la figura 3C. Cada señal de petición puede ser modulada en el arnés o bus de cables. La duración de cada señal de petición debería ser tan corta como sea posible, para que el proceso de interrogación pueda llevarse a cabo rápidamente. Según la invención, una señal modulada se produce por inversión de una polaridad de una tensión en uno o más conductores del bus de cables. La inversión de la polaridad, cuando es detectada por un detonador, es interpretada por el detonador como una invitación a responder, siempre que predominen las condiciones apropiadas en el detonador.

En cada detonador, como respuesta a la recepción de una señal de petición 50 por parte del respectivo componente 38, el primer valor específico 34 almacenado en el contador de llamadas 36 se cambia (54) por un segundo valor específico. Esto se puede hacer aumentando el valor (contaje) en el contador, disminuyendo el valor, o manipulando el valor en el contador de una manera apropiada. Posteriormente, en cada detonador, se compara el valor en el contador 36 (etapa 56) con el identificador de llamadas 34 almacenado en la sección de memoria 32. Si el valor en el contador 36 coincide con el identificador de llamadas, o si la coincidencia se produce entre partes previamente especificadas del mismo, la comparación se considera positiva y el detonador (etapa 60) transmitirá una señal de respuesta a través del respectivo componente de señal 40, al dispositivo de control.

Opcionalmente, el proceso de comparación comprueba por lo menos una condición *sine qua non* (62) especificada adicionalmente antes de responder. Por ejemplo, el detonador podría solo responder si el valor de conteo en el contador 36 coincide con el identificador de llamada 34 y si el detonador está armado.

La naturaleza de la señal de respuesta puede variar según sea necesario. En un ejemplo, la señal de respuesta simplemente constituye un impulso de modulación en el bus 22. La señal de respuesta puede también contener información más detallada 64 sobre el detonador tal como su identidad, estado, suma de comprobación o similar. Sin embargo, las respuestas más largas ralentizan todo el proceso y por eso, se prefieren las respuestas cortas.

El funcionamiento del dispositivo de control 24 está sujeto, por lo menos, a un control por medio de un temporizador que puede ser un dispositivo de hardware o que puede ponerse en práctica utilizando técnicas de software. Las señales de petición sucesivas son transmitidas por el dispositivo de control a intervalos de tiempo predeterminados con el fin de interrogar a cada detonador en la secuencia. La tensión en el bus 22 puede hacerse descender durante el periodo de recepción de la señal de respuesta anterior y la tensión puede volver a aumentarse durante un periodo de tiempo predefinido tras la recepción de la señal de respuesta, antes de que se transmita la siguiente señal de petición.

El proceso de llamada se detiene tras haber interrogado a todos los detonadores. No obstante, el proceso de llamada se puede detener de otras formas. Por ejemplo, el dispositivo de control 24 puede ser regulado de tal manera que no produzca ninguna modulación el bus (señal de salida) durante un periodo que es suficientemente largo para ser detectado sin ambigüedad por los detonadores, a pesar de la ausencia de tiempos calibrados en los detonadores. Alternativamente, una señal que es distinta de la señal de petición se transmite en el bus y cuando es detectada por los detonadores, se interpreta como un comando para finalizar el proceso de llamada.

El procedimiento de la invención permite, por lo tanto, preguntar de manera rápida y precisa sobre un estado definido en cada detonador en el sistema, o de cada detonador en un subconjunto del sistema. No es necesario cumplir el requisito de disponer de relojes internos calibrados de manera precisa.

El procedimiento de interrogación puede adaptarse de manera que pueda utilizarse con una técnica de comunicación inalámbrica, por ejemplo, un procedimiento de comunicación óptica.

Los detonadores pueden ser interrogados en cualquier etapa, o momento. Por ejemplo, el procedimiento puede ser utilizado para llevar a cabo una "comprobación de presencia" rápida para garantizar que todos los detonadores estén conectados al bus, o para determinar si cada uno de los detonadores tiene un estado aceptable o un retardo asignado. Son posibles otras variaciones para un experto en la materia.

La técnica de llamada puede modificarse para mejorar cualquier comando existente, tal como se desee. Por ejemplo, un comando para armar los detonadores podría incorporar una señal para iniciar el proceso de llamada. Por lo tanto, como respuesta al comando de armado, cada detonador volvería a ajustar su respectivo contador de llamadas y esperaría posteriores señales de respuesta sin necesidad de una señal de inicio de llamada distinta procedente del dispositivo de control. Cada detonador comprobaría si el comando de armado es correcto antes de responder.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para realizar una llamada de una pluralidad de detonadores (12), que incluye las etapas siguientes:
- 5 1. proporcionar un respectivo contador de llamadas (36) para cada detonador (12);
2. asignar a cada detonador un respectivo identificador de llamadas (34) que es único para el detonador (12);
- 10 2(a) generar una señal de inicio (44);
- 2(b) asociar por lo menos un parámetro, que especifica un estado del detonador, con la señal de inicio (44);
3. transmitir la señal de inicio (44) a todos los detonadores (12);
- 15 4. en cada detonador (12), como respuesta a la recepción de la señal de inicio (44), ajustar el respectivo contador de llamadas (36) a un respectivo primer valor específico;
5. interrogar a los detonadores (12), mediante la transmisión de una señal de petición (50), por inversión de una tensión aplicada o transmitida a los detonadores (12), a todos los detonadores; y
- 20 6. en cada detonador (12):
- a) como respuesta a la recepción de la señal de petición (50), cambiar el respectivo primer valor específico (34) en el contador de llamadas (36) por un respectivo segundo valor específico (54);
- 25 b) comparar (58) el respectivo segundo valor específico con el respectivo identificador de llamadas (34) para el detonador (12); y
- c) si, por lo menos, la comparación en la etapa b) es positiva, y si dicho estado del detonador predomina en el detonador (12), provocar que el detonador transmita una respectiva señal de respuesta.
- 30
2. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que, para cada detonador (12), el respectivo contador de llamadas (36) se ajusta a un valor (49) que provoca el inicio de la interrogación con un detonador (12) particular.
- 35
3. Procedimiento según la reivindicación 1 o 2, que incluye las etapas que consisten en transmitir secuencialmente una pluralidad de dichas señales de petición (60) hasta que cada detonador (12) en la pluralidad de detonadores haya tenido una oportunidad de transmitir una respectiva señal de respuesta.
- 40
4. Procedimiento según la reivindicación 3, en el que las señales de petición (60) son transmitidas a intervalos de tiempo espaciados de manera regular.
- 45
5. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que, para cada detonador (12), dicha señal de respuesta que es transmitida por dicho detonador (12) incluye información seleccionada de entre: un número de identidad para el detonador, el identificador de llamadas para el detonador, una señal de estado referida al detonador, y una suma de comprobación para el detonador.
- 50
6. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, que es finalizado, después de una señal de petición (60) dada, por un intervalo de tiempo, durante el cual no se ha transmitido ninguna señal que sea detectable sin ambigüedad por los detonadores a pesar de que los detonadores no incluyan unos medios de temporización calibrados, o por la transmisión de una señal de control.
7. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, que se pone en práctica con respecto a un subconjunto de detonadores en dicha pluralidad de detonadores incluyendo en la señal de inicio (44) información (49) que identifica un detonador de inicio en cada subconjunto.

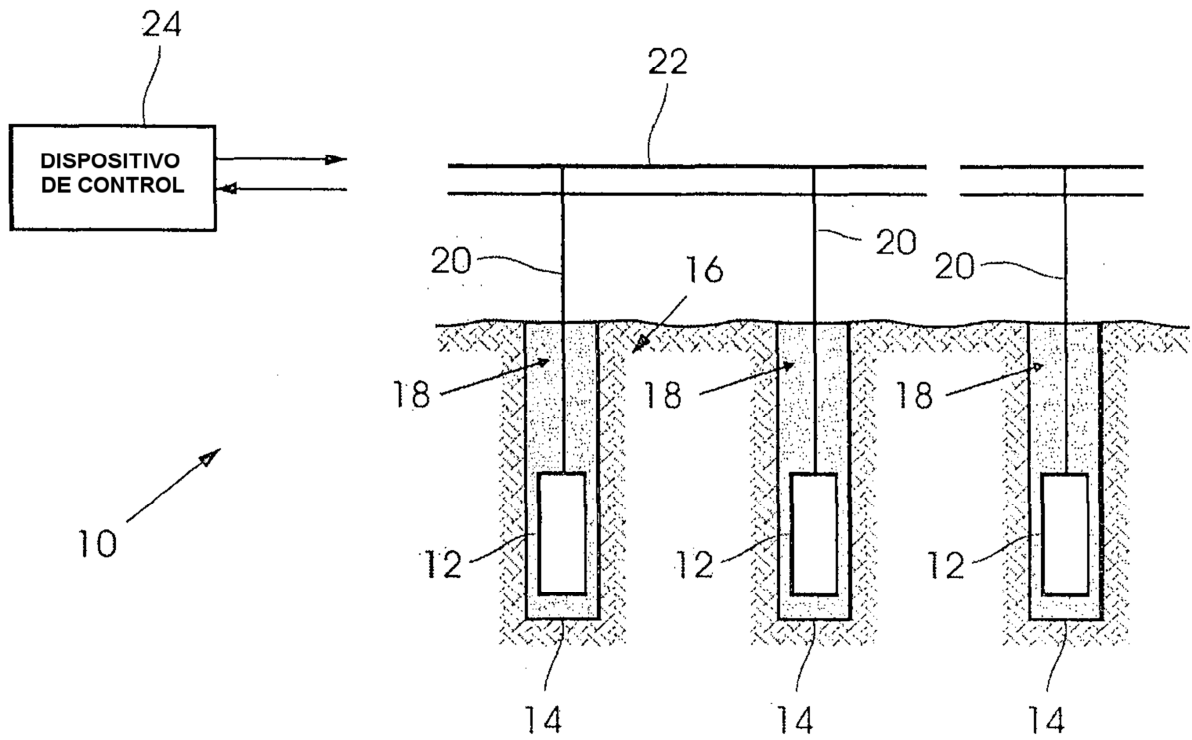


FIGURA 1

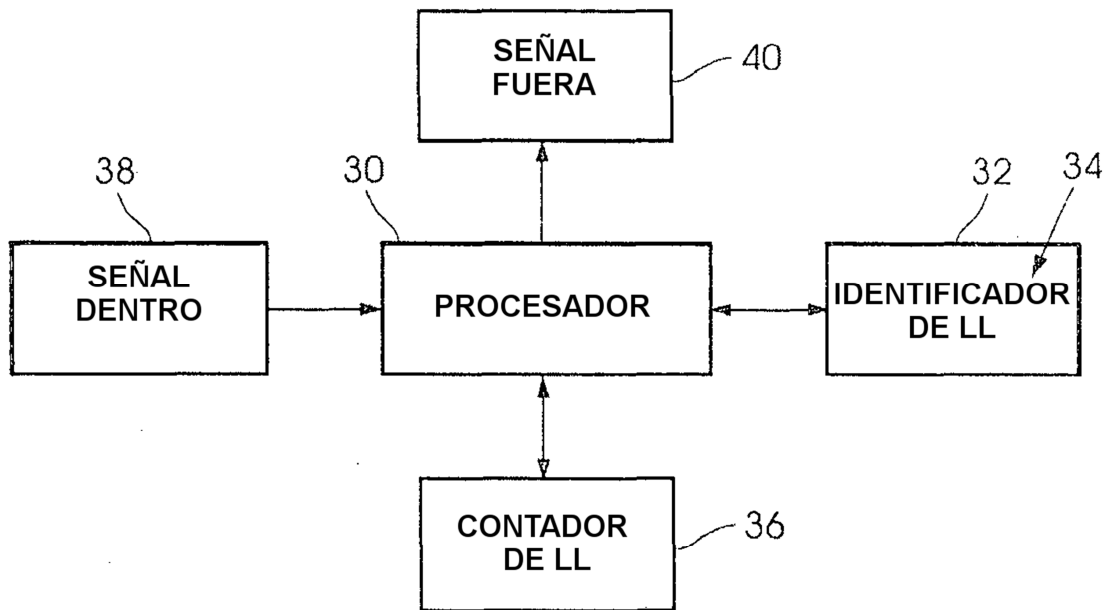


FIGURA 2

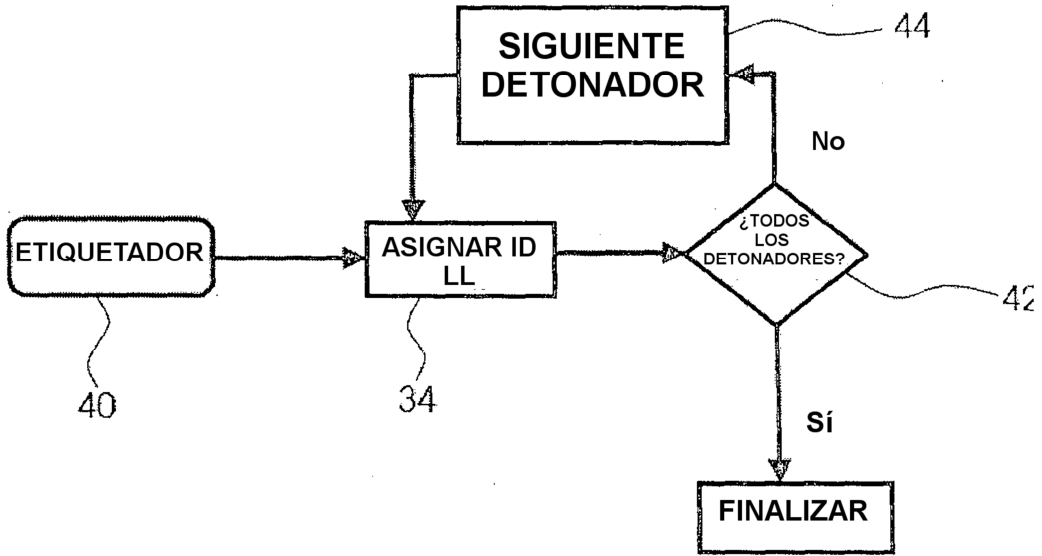


FIGURA 3A

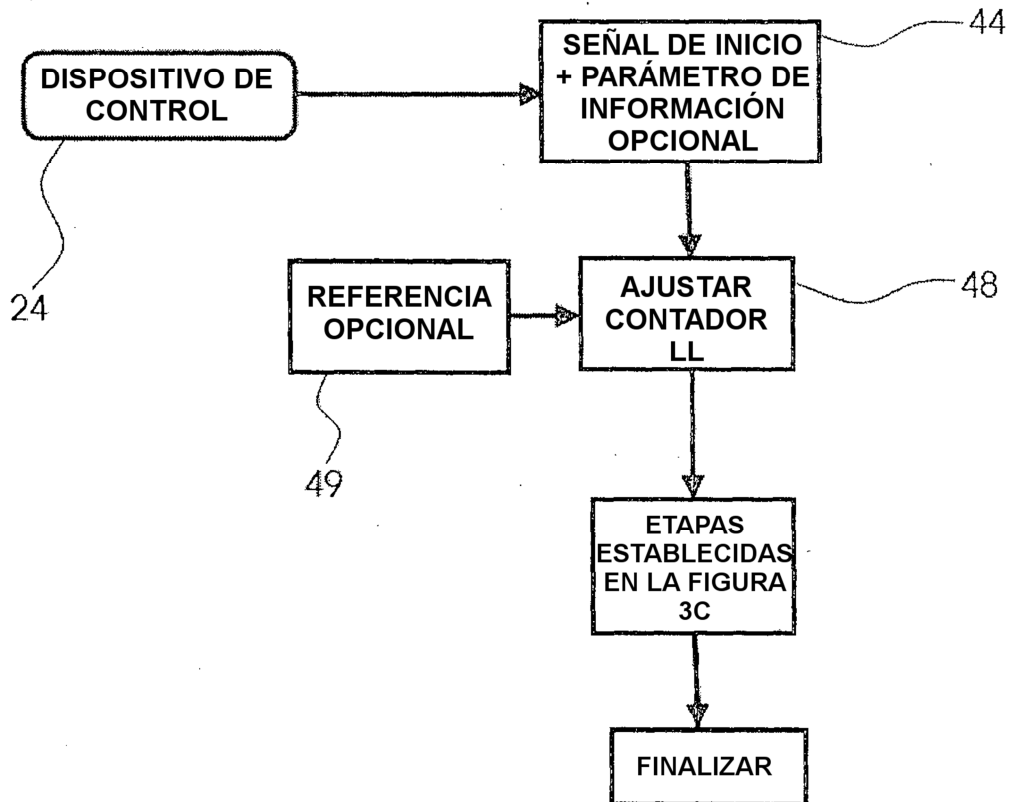


FIGURA 3B

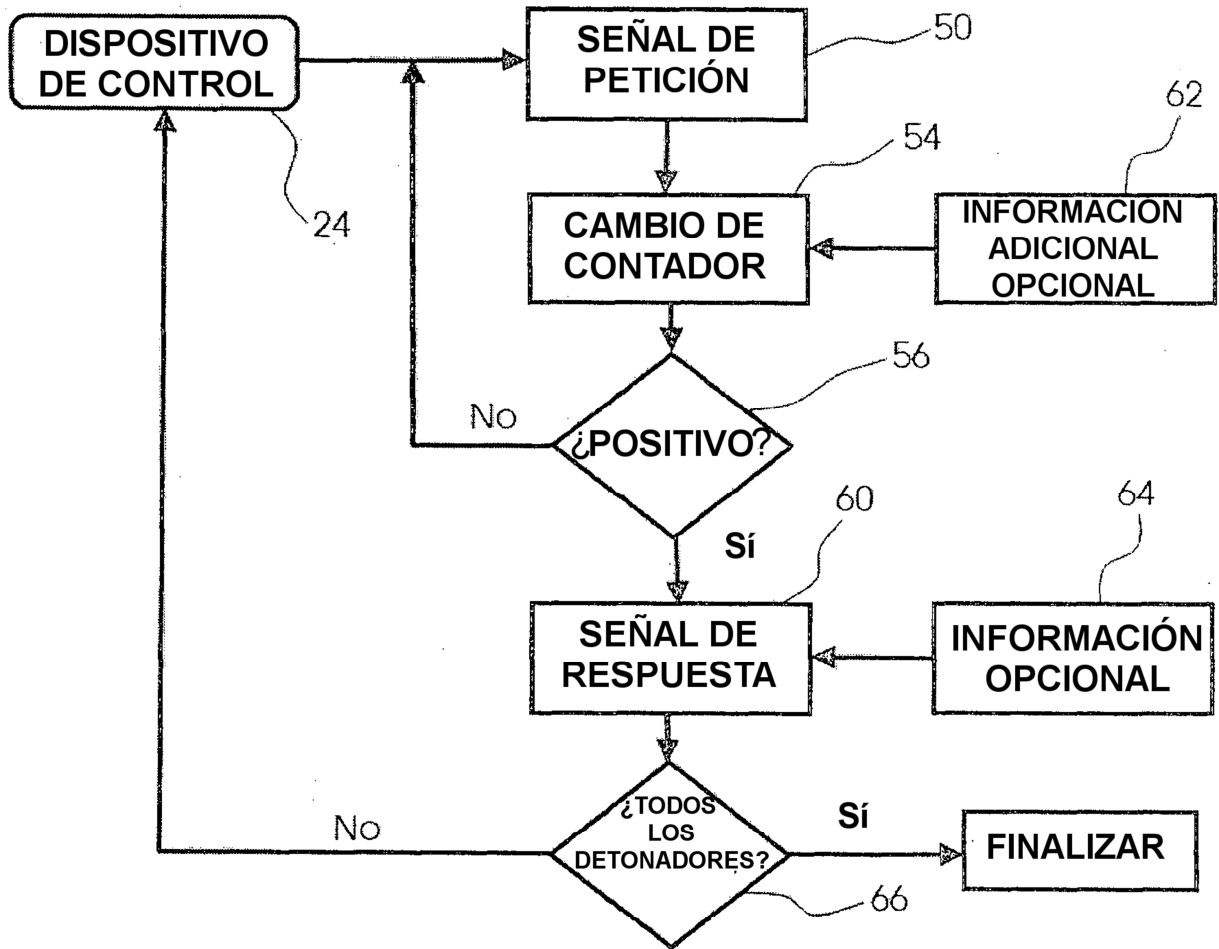


FIGURA 3C