



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 366 047**

51 Int. Cl.:

G04F 1/00 (2006.01)

G08B 7/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **06804447 .8**

96 Fecha de presentación : **27.10.2006**

97 Número de publicación de la solicitud: **1946190**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **23.07.2008**

54

Título: **Método para asignar un tiempo de retardo a detonadores electrónicos de retardo.**

30

Prioridad: **02.11.2005 DE 10 2005 052 578**

45

Fecha de publicación de la mención BOPI:
14.10.2011

45

Fecha de la publicación del folleto de la patente:
14.10.2011

73

Titular/es:
ORICA EXPLOSIVES TECHNOLOGY Pty. Ltd.
1 Nicholson Street
Melbourne, Vic 3000, AU

72

Inventor/es: **Hummel, Dirk**

74

Agente: **Elzaburu Márquez, Alberto**

ES 2 366 047 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

Método para asignar un tiempo de retardo a detonadores electrónicos de retardo.

5 La invención se refiere a un método para asignar un tiempo de retardo a un detonador electrónico de retardo que comprende un oscilador con la ayuda de un controlador, y a un sistema de explosión que comprende un controlador y una pluralidad de detonadores electrónicos de retardo que son conectables al mismo.

10 Los detonadores electrónicos de retardo son controlados por un controlador central. Están conectados en paralelo a través de un conductor de dos cables con el controlador, donde el controlador es capaz de asignar un tiempo de retardo individual a cada detonador de retardo de explosión. Los detonadores electrónicos de retardo comprenden un oscilador que oscila a una frecuencia dada. Después de la recepción de una señal de inicio, se cuentan los pulsos del oscilador. Un problema que se produce es la inexactitud de los osciladores incluidos en los detonadores electrónicos de retardo. Los osciladores controlados por cristal, de alta precisión, no son adecuados para este propósito, ya que por un lado son caros y por otro no resisten los golpes. Por tanto, normalmente se utilizan osciladores de anillo u osciladores RC integrados. Estos osciladores presentan una precisión absoluta relativamente pequeña de la frecuencia de resonancia, y por tanto hacen que sea necesario un proceso de calibración para obtener la precisión deseada en el retardo de la explosión. Normalmente, durante el proceso de calibración el oscilador avanza durante un período de tiempo predeterminado, mientras un contador cuenta el número de pulsos de reloj. Este proceso puede llevarse a cabo simultáneamente para todos los detonadores electrónicos de retardo conectados. Después de un número predeterminado de ciclos de reloj, los valores de lectura de los contadores individuales son leídos en orden para determinar el número de pulsos de reloj requeridos por el contador respectivo para conseguir el tiempo de retardo deseado. Este proceso hace necesario leer un valor de lectura de contador en el detonador electrónico de retardo y transmitir el valor al controlador. Sin embargo, los detonadores electrónicos de retardo no se proporcionan con su propia fuente de potencia estable, sino que son alimentados por el controlador y están dotados solamente de un condensador de almacenamiento. La transmisión de datos desde el detonador electrónico de retardo al controlador es por tanto ineficiente y proclive a errores, en particular bajo las difíciles condiciones de funcionamiento que se producen en minas y en otros lugares donde se llevan a cabo operaciones de voladura controlada por tiempo. Es más, dicha transmisión de datos, que se debe llevar a cabo para un detonador tras otro, consume tiempo. Finalmente, dicha voladura controlada es frecuentemente llevada a cabo en entornos proclives a interferencias, pudiendo introducirse tales señales de interferencia en el sistema.

35 UA 4,986,183 describe un método para calibrar el tiempo de retardo para una pluralidad de circuitos de ignición retardada que están conectados a una unidad de control en un sistema de detonación retardada. En un primer paso, la unidad de control transmite una cuenta de retardo respectiva a cada uno de los circuitos de ignición para especificar el tiempo de retardo para cada uno de los circuitos. A continuación, se transmite un pulso de calibración de precisión desde la unidad de control concurrentemente a todos los circuitos de ignición para llevar a cabo la calibración temporal. En cada uno de los circuitos de retardo de ignición, se cuenta la salida de un oscilador local durante el periodo del pulso de calibración recibido de la unidad de control. Cada circuito de retardo de ignición produce entonces una cuenta de retardo corregida que una función de la cuenta de salida del oscilador local, la cuenta de retardo recibida en ese circuito de ignición así como una cuenta de referencia predeterminada. La cuenta de retardo corregida sirve para determinar el tiempo de retardo de ignición para el circuito de retardo de ignición correspondiente.

45 La invención busca proporcionar un método para establecer un tiempo de retardo para un detonador electrónico de retardo, que esté adaptado para llevarse a cabo de manera fiable y no sea afectado por interferencias externas.

50 La invención también busca proponer un método que permita que el tiempo de retardo se establezca con precisión sin necesidad de emplear un oscilador de gran precisión absoluta.

La invención busca además proporcionar un método que no requiera transmisión de datos desde el detonador electrónico de retardo al controlador central.

55 El método de acuerdo con la invención se define en la reivindicación 1. Comprende las siguientes operaciones:

- a) escribir un valor deseado de tiempo de retardo en un registro de datos,
- b) añadir repetitivamente el valor deseado de tiempo de retardo a los contenidos de un registro contador de acuerdo con los pulsos de reloj del oscilador a lo largo de un período de tiempo predeterminado, generándose un valor final en el registro contador,
- 60 c) dividir el valor final por un cociente, que depende de la duración del período de tiempo, para obtener un valor inicial para la cuenta atrás del registro contador para determinar el tiempo de retardo.

65 El método de acuerdo con la invención permite establecer el tiempo de retardo de cada uno de una pluralidad de detonadores electrónicos de retardo con una comunicación unidireccional entre el controlador y cada detonador electrónico de retardo. Los detonadores electrónicos de retardo pueden estar dotados de osciladores relativamente

5 económicos de configuración simple que no ofrecen una frecuencia de resonancia absoluta definida exactamente. Sin embargo, es importante que la frecuencia respectiva se mantenga. Esto significa que no pueden producirse a lo largo del tiempo cambios esenciales en la frecuencia de resonancia del oscilador. Además, el método no requiere ninguna transmisión de datos u otras señales desde el detonador electrónico de retardo al controlador. Por tanto, se eliminan las incertidumbres inherentes a dicha transmisión.

La invención permite reducir el tiempo de programación necesario y minimizar la cantidad de datos a transmitir entre el controlador y el detonador durante la secuencia de programación.

10 Un modo particularmente simple de establecer el valor inicial para la cuenta atrás del registro contador se consigue cuando el cociente, por el cual se divide el valor final del registro contador, es igual al período de tiempo predeterminado y tiene el valor 2^x , donde x es un entero natural.

15 Como el registro contador es un registro binario, un desplazamiento de los contenidos del registro contador un bit hacia la derecha corresponde a dividir entre 2. El registro contador tiene una función de desplazamiento. El tiempo de retardo deseado se normaliza según una unidad de base, como milisegundos. De este modo, se puede efectuar la división por los cocientes 2, 4, 8, 16, 64 mediante un desplazamiento respectivo de los contenidos del registro contador x bits hacia la derecha. Esto hace que la operación de división sea particularmente simple. El detonador electrónico de retardo no requiere un microprocesador universal, sino simplemente un circuito integrado configurado para tareas especiales, es decir, una denominada máquina de estados. Este circuito integrado incluye el registro de datos, el registro contador, un registro ID para recibir una identificación, y medios para permitir la comunicación con el controlador.

20 La invención también se refiere a un sistema de voladura que comprende un controlador y una pluralidad de detonadores electrónicos de retardo conectables al mismo, donde cada detonador electrónico de retardo incluye un registro de datos al cual se adapta el controlador para escribir un valor de tiempo de retardo individual deseado, y su propio oscilador. El sistema de voladura se caracteriza porque el detonador electrónico de retardo comprende un registro contador que está adaptado para aceptar y acumular repetitivamente los contenidos del registro de datos de acuerdo con el reloj oscilador a lo largo de un período de tiempo predeterminado, obteniéndose así un valor final, y porque durante el uso el valor final se divide por un cociente que depende de la duración del período de tiempo establecido para generar un valor inicial para la cuenta atrás del registro contador.

25 Se describirá a continuación una realización de la invención con mayor detalle haciendo referencia a las figuras, en las que:

35 La Fig. 1 muestra una representación esquemática del sistema de voladura compuesto por el controlador y los detonadores electrónicos de retardo,

La Fig. 2 muestra un diagrama esquemático de los componentes incluidos en un detonador electrónico de retardo, y

40 La Fig. 3 muestra una representación esquemática de los contenidos del registro de datos y el registro contador durante las fases individuales del establecimiento del tiempo de retardo.

45 La Fig. 1 muestra un sistema de voladura. El sistema de voladura incluye un controlador 10 central y una pluralidad de detonadores 12 electrónicos de retardo. El controlador 10 está conectado con un conductor de dos cables que comprende los cables a y b a los que, en paralelo, están conectados los detonadores 12 electrónicos de retardo individuales. Durante una operación de voladura, el controlador 10 suministra una señal a todos los detonadores 12 electrónicos de retardo. Los detonadores 12 electrónicos de retardo provocan que el proceso de disparo se lleve a cabo con un retardo individual, donde la alimentación a cada detonador electrónico de retardo es proporcionada por el controlador. De este modo, se consigue un disparo secuencial de los detonadores electrónicos de retardo. El controlador 10 es responsable tanto del suministro de alimentación como de información a los detonadores 12 electrónicos de retardo.

50 Los circuitos de un detonador 12 electrónico de retardo se muestran esquemáticamente en la Fig. 2. El detonador electrónico de retardo incluye un extractor 14 de señal conectado a los terminales de entrada A y B que están conectados a los cables a y b. El extractor 14 de señal tiene conectado un condensador 16 de almacenamiento para el suministro de la alimentación al detonador. El condensador de almacenamiento es cargado por el controlador 10. El extractor 14 de señal extrae las señales de pulso de los cables a y b, a través de las cuales el controlador se comunica con el detonador.

55 El detonador 12 incluye un oscilador 18 que oscila a una cierta frecuencia. Esta frecuencia corresponde aproximadamente a una frecuencia dada. Además, el detonador incluye un circuito 20 de disparo que dispara un elemento 22 detonador en el momento de disparo especificado.

60 El detonador incluye un registro 24 de datos que en este caso tiene una capacidad de 32 bits, y un registro 26 contador de 40 bits. El registro 24 de datos es capaz de recibir y almacenar un valor de tiempo de retardo deseado,

que es suministrado por el controlador 10, del extractor 14 de señal. El registro 26 contador está conectado al registro 24 de datos de tal modo que puede aceptar y acumular los contenidos del registro de datos de acuerdo con el reloj del oscilador 18. De este modo, el valor de retardo de tiempo deseado introducido en el registro de datos se puede multiplicar por acumulación. El registro 26 contador también es un registro de desplazamiento cuyos contenidos se pueden desplazar a través de una operación de sincronización del oscilador 18.

Finalmente, el detonador incluye un registro ID 28 en el que está almacenado un único número de identificación que identifica exclusivamente el detonador respectivo. Cuando este número ID es recuperado por el controlador 10, el detonador respectivo recibe las señales suministradas posteriormente por el controlador.

El registro de datos es un registro de lectura-escritura. De acuerdo con la Fig. 3, el registro 24 de datos está dividido en cuatro grupos de 8 bits. El registro de datos tiene organización hexadecimal. Cada grupo incluye dos números decimales. En la realización ilustrada, el grupo de la derecha incluye los números binarios "0110" (=6) y "0100" (=4). Esto da como resultado el número decimal 100.

Con el comando de escritura ESCRIBIR, el controlador introduce el tiempo de retardo deseado del detonador respectivo en el registro de datos de cada detonador.

Entonces, se da un comando INICIAR para el proceso de calibración que provoca que los contenidos del registro 24 de datos sean aceptados y sumados en el registro 26 contador en cada pulso de reloj del oscilador 18. La suma continúa hasta que se recibe una señal DETENER para el proceso de calibración, que es proporcionada por el controlador. En la realización ilustrada, cuando se recibe la señal DETENER el registro 26 contador contiene el valor hexadecimal 138800, que corresponde a un valor decimal de 1,280,000.

La calibración del tiempo entre la señal de INICIAR y la señal de DETENER es un período de tiempo definido. Dicho período de tiempo es de 2^x ms. En la realización ilustrada, se ha seleccionado $x=8$, de modo que el tiempo de calibración es $t=256$ ms. Este es el cociente por el cual el valor final contenido en el registro 26 contador es dividido para obtener el valor inicial N para la cuenta atrás del registro contador por el oscilador.

Después de la recepción de la señal DETENER, los contenidos del registro 26 contador son desplazados de acuerdo con el reloj oscilador. Este proceso corresponde a dividir repetitivamente por 2. Después de x procesos de división, el valor final es dividido por 2^x , que corresponde al tiempo de calibración t (en ms). Como resultado, el registro 26 contador contiene el valor inicial N para la subsiguiente cuenta atrás de los contenidos del registro contador para obtener el tiempo de retardo d que comienza por una señal del controlador 10. En la realización ilustrada, después de dividir por 256, el valor del registro contador tiene un valor hexadecimal 1388, que corresponde a un valor decimal 5000.

El siguiente cálculo explica esto, donde:

n = tiempo de retardo deseado

d = tiempo de cuenta atrás desde el valor inicial obtenido a 0

t = tiempo de calibración = 2^x ms

f_c = frecuencia de reloj del oscilador

x = bits a desplazar hacia la derecha en el registro contador

N = valor inicial para la cuenta atrás del registro contador para obtener el tiempo n de retardo deseado

El valor inicial N para la cuenta atrás del registro contador se determina como sigue:

$$N = n * t * f_c * 1/2^x$$

con $t=2^x$, el valor 2^x es cancelado de la ecuación, con el siguiente resultado:

$$N = n * f_c$$

Durante la cuenta atrás, aplica lo siguiente:

$$d = N/f_c$$

Suponiendo que f_c es constante durante la calibración y la cuenta atrás, se obtiene el siguiente resultado:

$$d = n$$

Por tanto, el tiempo requerido para la cuenta atrás es igual al tiempo de retardo deseado establecido previamente.

- 5 No es necesario que t sea igual al valor 2^x . Es suficiente si t es proporcional al valor 2^x . Por ejemplo, el tiempo de calibración t puede estar dado en décimas de 2^x ms; en este caso, el contenido del registro de datos se interpreta como décimas de ms.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un método para asignar un tiempo de retardo a un detonador (12) electrónico de retardo que comprende un oscilador (18) que suministra pulsos de reloj con la ayuda de un controlador (10), donde el método comprende:
- 10 a) escribir (ESCRIBIR) un tiempo (n) de retardo deseado en el registro (24) de datos,
 b) añadir repetitivamente el tiempo (n) de retardo deseado a los contenidos de un registro (26) contador de acuerdo con los pulsos de reloj del oscilador durante un período de tiempo (t) predeterminado, generándose un valor final en el contador (26) de registro,
 c) dividir el valor final por un cociente (2^x), que depende de la longitud del período de tiempo (t), para obtener un valor inicial (N) para la cuenta atrás del registro (26) contador para determinar el tiempo (d) de retardo.
- 15 2. El método de acuerdo con la reivindicación 1, donde el cociente (2^x) es igual al período de tiempo (t) y tiene un valor 2^x , donde x es un entero natura.
3. El método de acuerdo con la reivindicación 2, donde la división por el cociente se consigue desplazando los contenidos del registro contador x bits.
- 20 4. El método de acuerdo con la reivindicación 1, donde la división por el cociente se consigue desplazando los contenidos del registro contador x bits.
5. El método de acuerdo con la reivindicación 1, donde el detonador (12) eléctrico de retardo recibe una señal ESCRIBIR del controlador (10) para aceptar el valor (n) de tiempo de retardo deseado.
- 25 6. El método de acuerdo con la reivindicación 1, donde el detonador (12) electrónico de retardo recibe una señal INICIAR del controlador (10) para iniciar el proceso de suma.
- 30 7. El método de acuerdo con la reivindicación 1, donde el detonador (12) electrónico de retardo recibe una señal de DETENER del controlador (10) para detener el proceso de adición y para desplazar el registro (26) contador hacia la derecha.
- 35 8. Un sistema de voladura que comprende un controlador (10) y una pluralidad de detonadores (12) electrónicos de retardo conectables al mismo, donde cada detonador electrónico de retardo incluye un registro (24) de datos en el cual el controlador escribe un tiempo (n) de retardo deseado individual e incluye su propio oscilador (18), **caracterizado porque**
- 40 el detonador (12) eléctrico de retardo comprende un registro (26) contador adaptado para aceptar y acumular repetitivamente los contenidos del registro (24) de datos a lo largo de un período de tiempo (t) predeterminado de acuerdo con el reloj del oscilador (18), obteniéndose un valor final, y **porque** el detonador (12) electrónico de retardo está además adaptado para, durante el uso, dividir el valor final por un cociente dependiente de la duración del período de tiempo (t) establecido para generar un valor inicial (N) para la cuenta atrás del registro (26) contador.

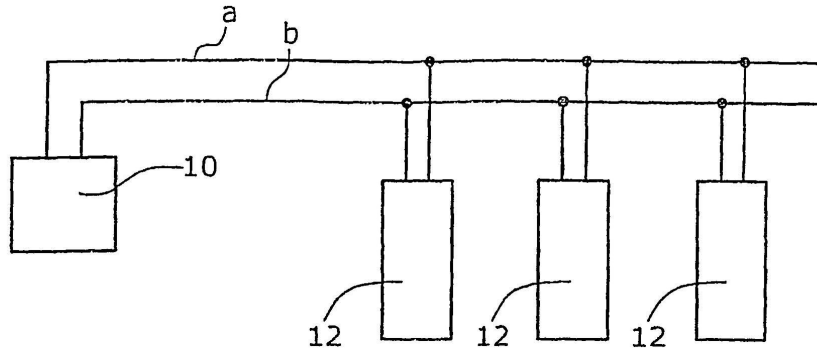


Fig.1

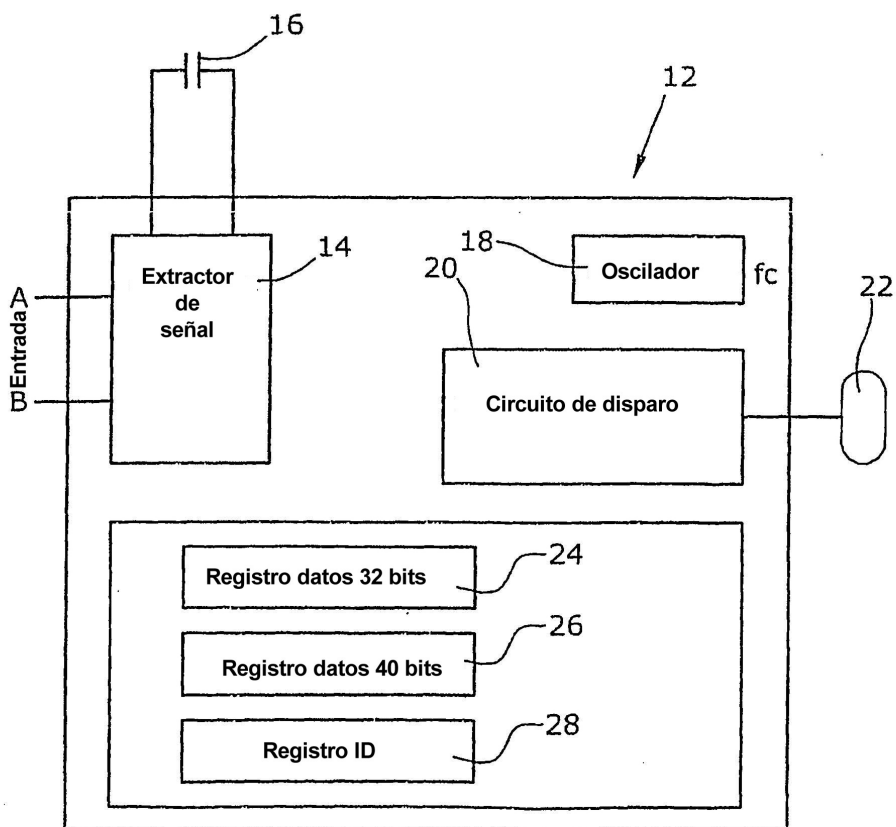


Fig.2

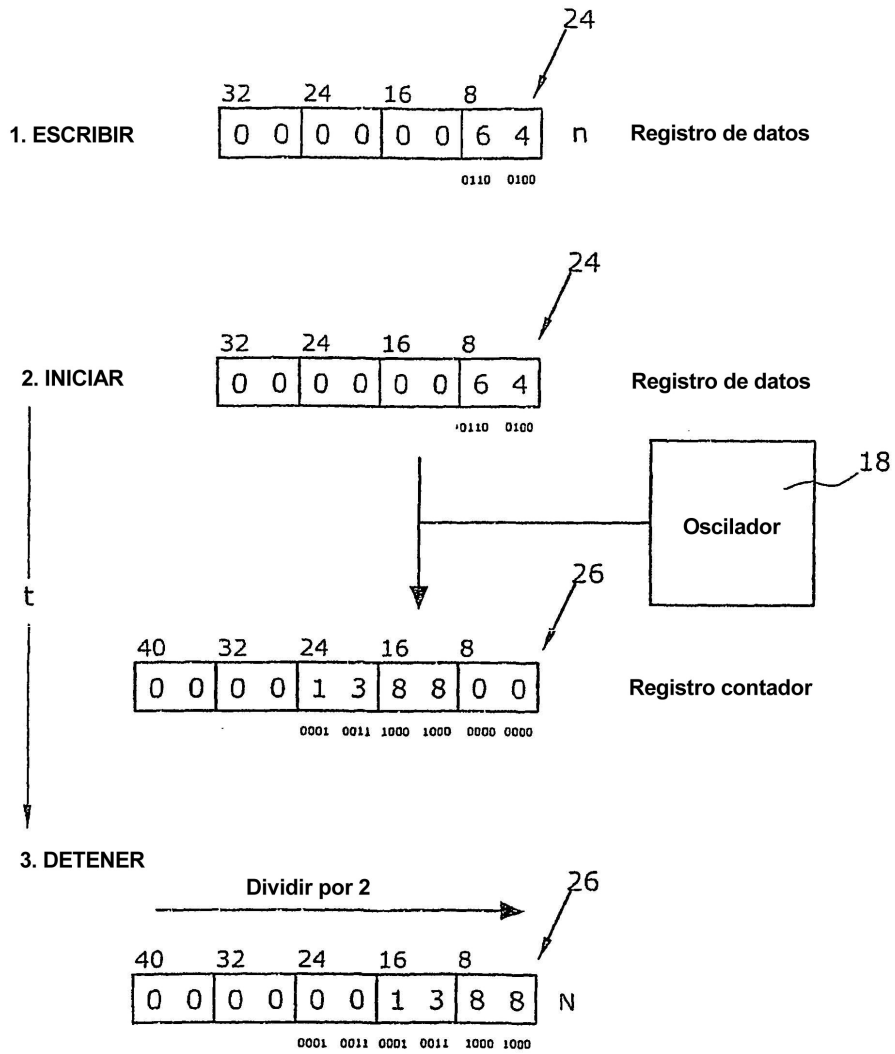


Fig.3