

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 764 552**

51 Int. Cl.:

E21D 9/00	(2006.01)
F42D 1/04	(2006.01)
F42D 3/04	(2006.01)
C06C 5/04	(2006.01)
F42D 1/02	(2006.01)
F42D 1/055	(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **22.03.2016 PCT/US2016/023549**

87 Fecha y número de publicación internacional: **29.09.2016 WO16154184**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.03.2016 E 16769540 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **30.10.2019 EP 3274555**

54 Título: **Sistema y método para derribo subterráneo**

30 Prioridad:

23.03.2015 US 201562136936 P

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

03.06.2020

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

NILL, PATRICK

74 Agente/Representante:

TOMAS GIL, Tesifonte Enrique

ES 2 764 552 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

Sistema y método para derribo subterráneo

5 Remisión a la solicitud asociada

[0001] Esta solicitud reclama prioridad de la solicitud de patente provisional de EEUU nº de serie 62/136,936 presentada en marzo 23,2015 con el nombre de Patricio Nill y titulada " System and Method For Underground Blasting".

10

Antecedentes de la invención

Campo de la invención

15 [0002] La presente invención se refiere a un sistema de derribo subterráneo que comprende una pluralidad de detonadores, algunos o todos lo cuales son detonadores de retraso, interconectados por uno o más fusibles y un método de derribo subterráneo que usa el sistema.

Descripción de la técnica relacionada

20

[0003] Hay una técnica amplia sobre el derribo subterráneo de túneles. Dos ejemplos seleccionados de forma aleatoria son de la siguiente manera. La patente de EEUU 6,454,359 expedida el 24 de septiembre de 2002 a Dae Woo Kang para " Method for Blasting Tunnels Using an Air Bladder" se expone muy brevemente abajo. La Patente de EEUU 4,216,998 expedida el 12 de agosto de 1980 a Ray J. Bowen et al. para " Method of Underground Mining by Pillar Extraction" muestra un método de espeología de subnivel y extracción de pilar y carbón superior para la minería de vetas de carbón grueso.

25

[0004] Como se conoce bien, la secuencia de detonación de cargas explosivas en una explosión dada debe ser temporizada con precisión, con retrasos entre detonadores medidos en milisegundos. Con este fin, muchos si no todos los detonadores en un sistema de derribo son detonadores de retraso que se caracterizan por el hecho de que contienen un mecanismo de sincronización interna. El mecanismo de sincronización ("tiempo de retraso") proporciona un periodo de retraso entre el tiempo que se se recibe una señal de detonación por el detonador y se detona el detonador. Tales detonadores de retraso pueden comprender temporizadores de retraso pirotécnicos o electrónicos.

30

35

[0005] En operaciones de derribo, particularmente en el derribo de túneles de carretera y minería subterránea, típicamente una pluralidad de perforaciones se taladran en una formación geológica tal como una formación de roca, cuerpo mineralizado o veta de carbón en un patrón que define un túnel. El patrón incluye una pluralidad de perforaciones perimetrales posicionadas para definir las paredes del túnel y una pluralidad de perforaciones interiores posicionadas en las perforaciones perimetrales. Las cargas explosivas se colocan en las perforaciones con uno o más detonadores emplazados dentro de cada una de las cargas explosivas. Por ejemplo, ver figuras 1-2d y 4 de la patente de EEUU mencionada 6,454,359 y su descripción se inicia en la columna 1, línea 15, (figuras 1-2d) y en columna 4, línea 29 (figura 4). Los detonadores de tales sistemas de derribo se interconectan por uno o más fusibles que se activan por un dispositivo de derribo adecuado para iniciar una secuencia cuidadosamente temporizada de explosiones para derribar una formación geológica, tal como una formación de roca, cuerpo mineralizado o veta de carbón. Los escombros ("desechos") resultantes de la explosión luego se eliminan. La operación se repite para continuar avanzando a un túnel a través de la formación geológica.

40

45

[0006] También de relevancia son la CN 104 111 008 A y la US 4 406 226 A. La formación geológica descrita en la CN 104 111 008 A (SK Engineering y Construction Co., LTD) divulga un sistema de derribo retardado de multi-detonador donde los detonadores electrónicos están dispuestos en orificios perimetrales al igual que orificios interiores, y detonadores no electrónicos que están dispuestos en el exterior de las perforaciones interiores al igual que en un área del suelo. La US 4 406 226 A (Davitt, A. Et al.) divulga un método de derribo simplificado donde los conductores de onda de choque se usan para detonadores no electrónicos.

50

55

[0007] Un artículo por Juan Kovacs titulado "Mine Development Optimisation - An Evolutionary Process" fue publicado en relación con la 12th AUSIMM Underground Operator's Conference, Adelaide South Australia, Australia, 24-26 March 2014 12th subterráneo AUSIMM Operator's conferencia, Adelaide Australia de sur, Australia, 24- 26 marzo 2014. Este artículo divulga en la página 54 bajo el encabezado "Stage 3-perimeter holes initiated with electronic detonator" el uso de detonadores electrónicos para iniciar los orificios perimetrales en una operación de derribo de túnel subterráneo.

60

Resumen de la invención

[0008] Generalmente, conforme a la presente invención, mejoras significativas en la eficiencia de túnel de carretera y derribo subterráneo se logran por un sistema de derribo donde los detonadores que tienen mecanismos de retardo electrónico ("detonadores de retardo electrónicos") y detonadores que tienen mecanismos de retraso pirotécnicos ("denotadores de retraso pirotécnicos) son todos iniciados por fusibles no eléctricos, por ejemplo, tubo de transmisión. Esta disposición evita la necesidad de proporcionar un soporte de cableado eléctrico para iniciar los detonadores de retardo electrónicos y una línea troncal no eléctrica separada, por ejemplo, cordón detonante de energía baja, para iniciar los detonadores de retraso pirotécnicos. Así, una pluralidad de ambos detonadores de retardo electrónicos y pirotécnicos están equipados con, por ejemplo, fusible de tubo de transmisión donde se inician por una señal de encendido transmitida a los fusibles de tubo de choque por cordón detonante u otras líneas troncales no eléctricas adecuadas.

[0009] Específicamente, conforme a la presente invención se proporciona un sistema para derribo de una formación geológica para formar en esta un túnel con una pared perimetral que incluye un espacio interior, el sistema comprende los componentes siguientes. Una serie de perforaciones perimetral está dispuesta en tal formación geológica en un patrón que corresponde con tal pared perimetral, con cargas explosivas dispuestas en los respectivos orificios perimetrales. Una serie de orificios interiores está dispuesta en tal formación geológica interiormente de los orificios perimetrales, con cargas explosivas dispuestas en las respectivas perforaciones de las perforaciones interiores. Detonadores perimetrales de retardo electrónicos que tienen fusibles de tubo de transición están dispuestos en las respectivas perforaciones de las perforaciones perimetrales en la comunicación por transferencia de señal con las cargas explosivas contenidas en las perforaciones perimetrales asociadas y detonadores interiores de retardo pirotécnico que tienen fusibles de tubo de choque están dispuestos en los respectivos contenidos en las perforaciones interiores asociadas. Los fusibles de los detonadores perimetrales y los detonadores interiores están conectados en la comunicación por transferencia de señal con una línea troncal no eléctrica, por la cual para iniciar los detonadores perimetrales y los detonadores interiores por una señal de iniciación transmitida vía la línea troncal.

[0010] Otro aspecto de la presente invención incluye que la línea troncal comprende una línea troncal no eléctrica única a la que los fusibles de los detonadores de retardo electrónicos y los detonadores de retraso pirotécnicos están conectados. Otro aspecto proporciona la línea troncal no eléctrica para comprender el cordón detonante.

[0011] Otro aspecto de la presente invención proporciona un método para derribar una formación geológica para formar en esta un túnel con una pared perimetral incluyendo un espacio interior, el método comprende los pasos siguientes. Perforación de una serie de perforaciones perimetrales en la formación geológica en un patrón que corresponde con tal pared perimetral; y colocación de cargas explosivas en las respectivas perforaciones de las perforaciones perimetrales. La perforación de una serie de perforaciones interiores en la formación geológica interiormente de las perforaciones perimetrales; y cargas explosivas de colocación dispuestas en las respectivas perforaciones de las perforaciones interiores. Emplazar detonadores perimetrales de retardo electrónico que tienen fusibles de tubo de choque en las respectivas perforaciones de las perforaciones perimetrales en la comunicación por transferencia de señal con las cargas explosivas contenidas en las perforaciones perimetrales respectivas; y emplazando los detonadores interiores de retardo pirotécnico interiores que tienen fusibles de transmisión en las respectivas perforaciones interiores en la comunicación por transferencia de señal con las cargas explosivas contenidas en las perforaciones interiores respectivas. La conexión de los fusibles de los detonadores perimetrales y los detonadores interiores en la comunicación por transferencia de señal con una línea troncal no eléctrica; e iniciación de los detonadores perimetrales y los detonadores interiores enviando una señal de iniciación vía la línea troncal a los fusibles detonadores.

[0012] Otro aspecto de método de la presente invención incluye la conexión de los fusibles de los detonadores perimetral y los detonadores interiores a la misma línea troncal única, no eléctrica.

[0013] Otro aspecto de método incluye el uso del cordón detonante como línea troncal no eléctrica.

[0014] Como se utiliza en este caso y en las reivindicaciones, el término "tubo de transmisión" se refiere a tubería de transmisión de señal no eléctrica que comprende una tubería, normalmente una tubería de polímero sintético, la pared interior de la cual está recubierta con una mezcla reactiva tal como polvo de aluminio fino y un fuerte explosivo pulverulento tal como pentaeritrol tetranitrato ("PETN"). Finalmente, el ámbito de la invención se define por las reivindicaciones anexas.

Breve descripción de los dibujos

[0015]

La Figura 1 es una vista de elevación esquemática que muestra un sistema de derribo conforme al estado de la técnica para tunelización en una cara;

La Figura 2 es una vista de elevación esquemática que muestra un sistema de derribo conforme a una forma de realización de la presente invención para tunelización en la misma cara ilustrada en la figura 1;

La Figura 2A es una vista esquemática en sección transversal, con parte separada, tomada paralelamente a una típica perforación perimetral de la figura 2; y

La Figura 2B es una vista idéntica a aquella de la figura 2A excepto que se toma en paralelo a un interior típico de perforación de la figura 2.

5

Descripción detallada de la invención y formas de realización específicas de la misma

[0016] Mientras la operación de derribo eficiente es por supuesto siempre importante, en el caso de operaciones de explotación minera es especialmente crítica durante los periodos de precios relativamente bajos para la mena, carbón o mineral siendo minados. Si en la construcción de túnel de carretera o explotación minera, operaciones de derribo de túnel eficiente dependen en parte de la calidad del perfil perimetral del túnel (cavidad) creado por la explosión. Esto es, el perímetro de cavidad dejado al derribar la formación geológica no debería estar excesivamente fracturado o debilitado, sino preferiblemente debería ser un perfil vacío "limpio", uno sin grietas excesivas o irregularidades a lo largo de las paredes del túnel que se va a crear por la explosión. Otros factores que afectan a la eficiencia incluyen el control de fragmentación de explosión para proporcionar un rango deseable de tamaños en la pila de escombros que resultan de la explosión y la reducción de la duración del ciclo entre blastos sucesivos. La duración del ciclo incluye el tiempo requerido para configurar cada explosión, incluyendo la conexión de los fusibles a los detonadores que se van a emplazar en las perforaciones, al igual que eliminar la pila de escombros generada en una explosión anterior, perforar y cargar perforaciones nuevas, etc.

20

[0017] Como se conoce bien en la técnica, los detonadores de retardo electrónicos (referidos a veces aquí sencillamente como "detonadores electrónicos") proporcionan mucha más sincronización precisa de iniciación del detonador de lo que lo hacen los detonadores de retraso pirotécnicos (referidos a veces aquí sencillamente como "detonadores pirotécnicos"). La sincronización de explosiones entre perforaciones diferentes es preferiblemente controlada dentro de milisegundos entre sí sobre un rango de periodos de retraso preseleccionados. Por ejemplo, se puede desear tener un retraso de 25 milisegundos entre detonaciones en determinadas perforaciones, un retraso de 60 milisegundos entre detonaciones en otras perforaciones y, en algunas circunstancias, un 1,500 milisegundo, es decir, 1,5 segundos, de retraso entre detonaciones en otras perforaciones. El rango de desviación de los tiempos de detonación objetivo de una serie de detonadores se refiere como el "rango de dispersión". Prueba de detonadores pirotécnicos de largo tiempo de retardo tal como detonadores pirotécnicos LP16 reveló un rango de dispersión de ± 150 milisegundos. En cambio, la prueba de detonadores comparables, tales como un detonador LP16 electrónico SmartShot™ fabricado por DetNet South Africa Pty Ltd., demostró un rango de dispersión de solo ± 1 milisegundo.

25

30

[0018] En el derribo de una formación geológica, los detonadores están dispuestos respectivamente en cargas explosivas contenidas en el perímetro respectivo y perforaciones interiores perforados en la formación geológica, por ejemplo, en una formación de roca o men, veta de carbón o similar. Resulta conocido utilizar detonadores de retardo electrónico dispuestos en las cargas explosivas contenidas en las perforaciones perimetral y usar detonadores de retraso pirotécnicos dispuestos en las cargas explosivas contenidas en las perforaciones interiores. El uso de detonadores de retraso pirotécnico en las perforaciones interiores reduce el coste en general de los detonadores sin afectar negativamente a la formación de un perfil limpio, es decir, regular, de la cavidad generada por la explosión.

40

[0019] Reduciendo la extensión posible del rango de dispersión en las perforaciones perimetrales minimizará o al menos reducirá la rotura trasera y el exceso de rotura y preservará el contorno del perfil de diseño de la cavidad creada por la explosión (la "cavidad de explosión"). La ventaja proporcionada por las órdenes de mejora de magnitud en el rango de dispersión de detonadores de retardo electrónico en comparación con el rango de dispersión de detonadores de retraso pirotécnico es especialmente pronunciada cuando se encuentran condiciones del suelo pobres.

50

[0020] Un medio típico de uso de una forma de realización de la presente invención se describe en el artículo Juan Kovacs "Mine Development Optimisation - An Evolutionary Process" publicado en relación con la 12th AUSIMM Underground Operator's Conference, Adelaide South Australia, Australia, 24-26 March 2014. El autor, Juan Kovacs, es un consultor técnico sénior de DynoConsult, una compañía relacionada con el cesionario de esta solicitud y fue autor del artículo basado en parte de la información que le suministró el inventor.

55

[0021] Al realizarse las operaciones de derribo para formar túneles en operaciones de minería y similar, se desea que la cavidad de explosión resultante no tenga rotura trasera o sea reducida y no tenga un exceso de rotura o sea reducido mientras se evite o minimice la falta de rotura. La falta de rotura es el fallo para lograr el diámetro deseado de la cavidad de explosión en partes de la cavidad y es problemática ya que puede requerir una segunda operación para eliminar roca no deseada que sobresale en la cavidad de explosión. (Como se ha usado aquí, el término "roca" tiene su más amplio significado como que comprende una formación geológica que puede ser roca, un cuerpo mineralizado, una junta de carbón, etc.) El exceso de rotura es la eliminación no deseada de roca más allá del diámetro planificado de la cavidad de explosión en partes de la cavidad y es problemático, ya que a menudo requiere la reconstitución del diámetro planificado con hormigón o similar. Obviamente, la aparición de un exceso de rotura o falta de rotura es un problema serio ya que ralentiza la producción y requiere

65

un trabajo adicional para rectificar la situación. La rotura trasera es el agrietamiento de la roca adyacente al perímetro de la cavidad de explosión y es problemática también ya que debilita la estructura alrededor de la cavidad de explosión. Reducir la rotura trasera limitando en gran medida el efecto de la explosión al perfil deseado de la cavidad de explosión resultante reduce la cantidad de la estructura de soporte del suelo que se puede requerir para reforzar la formación geológica que rodea la cavidad de la explosión. La estructura de soporte molido incluye la instalación de columnas de soporte de madera o acero, o diseñar la explosión para dejar las columnas de soporte de la roca estando explotadas. Evitar la necesidad de abastecer la estructura del suelo, al igual que el logro de rango de tamaño de la roca más estrechamente controlado en el montón de escombros, son ventajas de usar detonadores electrónicos en las perforaciones perimetrales.

[0022] El uso de detonadores de retraso pirotécnicos en las perforaciones interiores proporciona un ahorro en coste significativo en comparación con detonadores electrónicos de todo uso. Sin embargo, el uso de ambos detonadores electrónicos y pirotécnicos en la misma configuración de explosión complica el sistema de fusible porque los sistemas de la técnica anterior requerían que los detonadores electrónicos se dispararan con fueles de alambre eléctrico y los detonadores pirotécnicos se dispararan con fusibles de tubo de choque. El sistema de fusible de tubo de alambre/transmisión híbrido resultante complica la instalación, requiere un aprendizaje más extenso del personal y aumenta las probabilidades de error durante la configuración de la explosión.

[0023] La Figura 1 muestra esquemáticamente un sistema de derribo del estado de la técnica instalado a través de la cara 20 de una formación geológica g donde un túnel 22 (que puede, pero no necesita ser un túnel sustancialmente horizontal) debe ser explotado. La cara 20 puede ser, por ejemplo, una cara de mina subterránea. El túnel 22 puede ser un túnel potencial o puede ser una extensión de un túnel ya existente. En cualquier caso, la cavidad de explosión resultante de la explosión definirá un túnel 22 con un suelo casi plano 22a, paredes laterales opuestas 22b, 22c y un techo arqueado cóncavo 22d. Las perforaciones de las figuras 1 y 2 se numeran para corresponder al número de periodo de retraso de los detonadores emplazados en las perforaciones. La siguiente tabla muestra el periodo de retraso en milisegundos ("ms") para varios detonadores de retraso.

Tabla

Nº de Periodo	Tiempo de retardo (ms)
1	500
2	800
3	1100
4	1400
5	1700
6	2000
7	2300
8	2700
9	3100
10	3500
11	3900
12	4400
13	4900
14	5400
15	5900
16	6500
17	7200
18	8000

[0024] Una pluralidad de perforaciones perimetrales 15, 16, 17 y 18 tienen detonadores de retardo electrónicos respectivos dispuestos en estos. Los periodos de retraso de los detonadores dispuestos respectivamente en las perforaciones perimetrales 15, 16, 17 y 18 son, como se muestra (en milisegundos) en la tabla anterior, 5.9, 6.5, 7.2 y 8.0 segundos. Las perforaciones perimetrales 15, 16, 17 y 18 se posicionan para definir aproximadamente el perfil deseado del túnel 22. Las perforaciones perimetrales (y las perforaciones interiores también) son sustancialmente paralelas al eje longitudinal de la cavidad de explosión, es decir, el túnel 2 y así son horizontales sustancialmente en un túnel horizontal. Como es convencional, la cara 20 ha perforado en un agujero de quemado/corte B para proporcionar, como es bien sabido, un punto de alivio, es decir, para proporcionar espacio para el desplazamiento de la roca durante la fase inicial de la detonación.

[0025] Una pluralidad de perforaciones interiores 1-8 y 10-14 se numeran para corresponder a los números del periodo de retraso de los detonadores dispuestos en las perforaciones interiores. Así, los periodos de retraso de los detonadores dispuestos en las perforaciones interiores varían, como se muestra (en milisegundos) en la tabla anterior, de 0.5 segundos (periodo nº 1) a 5.4 segundos (periodo nº 14). Las perforaciones interiores se

5 posicionan en el perímetro definido por las perforaciones perimetrales. Los periodos de retraso seleccionados de detonadores emplazados en las perforaciones como se ha descrito anteriormente son por supuesto específicos a un caso dado. Obviamente, los diferentes periodos de retraso y combinaciones de periodos de retraso se pueden seleccionar dependiendo de la naturaleza de la formación geológica que sea explotada para formar un túnel de dimensiones prescritas.

10 [0026] Cada una de las perforaciones perimetrales contiene una carga explosiva que tiene introducidos dentro de uno o más detonadores de retardo electrónico mientras que cada una de las perforaciones interiores contiene una carga explosiva y uno o más detonadores de retraso pirotécnicos. Un cable de arneses 24 está conectado
 15 vía cables de fusibles eléctricos 26 a detonadores electrónicos dispuestos respectivamente en las perforaciones perimetrales. Un detonador electrónico de relé 28 está conectado vía uno de los cables de fusible eléctrico 26 al cable de arnés 24 y es detonado para iniciar la línea troncal del cable detonante 30 que por sí mismo está conectado por una pluralidad de fusibles de tubo de transición 32 a detonadores de retraso pirotécnico
 20 respectivos introducidos en las cargas explosivas dispuestas respectivamente en las perforaciones interiores. Para iniciar la secuencia de derribo, una señal de disparo de un generador de derribo eléctrico (no mostrado) manda una corriente eléctrica apropiada a través del cable del arnés 24, así vía cables de fusible eléctrico 26 a los detonadores electrónicos dispuestos respectivamente en cada una de las perforaciones perimetrales y al relé detonador 28. La iniciación del detonador de relé 28 se inicia detonando la línea troncal de cordón 30 que a su vez inicia cada uno de los fusibles de tubo de choque 32 para iniciar los detonadores pirotécnicos dispuestos respectivamente en las perforaciones interiores.

25 [0027] Se ve que el esquema de la técnica anterior ilustrada en la figura 1 requiere dos sistemas de combustión separados que comprenden respectivamente el cable de arnés eléctrico 24 y la línea troncal del cable detonante 30, al igual que la extensión del cable de arnés eléctrico 24 para disparar un detonador con retardo electrónico de relé 28. El último debe ser conectado en la relación de transmisión de señal para detonar la línea troncal de cordón 30. Establecer este esquema de cableado complejo lleva mucho tiempo, requiere mantener en existencias el cable de arnés eléctrico 24 y el cordón detonante para detonar la línea troncal 30 de cordón,
 30 detonadores electrónicos que tienen cordones de fusibles eléctricos 26 y detonadores pirotécnicos que tienen fusibles de tubo de choque 32. Además, la naturaleza relativamente compleja de la disposición requiere personal bien preparado y sin embargo es más susceptible de errores de conexión, y por lo tanto fallos, de lo que lo es el sistema simplificado y mejorado de la presente invención, una forma de realización del cual se describe abajo en relación con la figura 2.

35 [0028] La Figura 2 muestra esquemáticamente la misma cara 20 de formación geológica g ilustrada en la figura 1 y así la descripción de estructuras numeradas de forma idéntica a la de la figura 1 no se repite. La cara 20 de la figura 2 es perforada de forma idéntica como en la figura 1, con perforaciones interiores 1-8 y 10-14, perforaciones perimetrales 15, 16, 17 y 18 y orificio de quemado/corte B. Como es el caso en la disposición de la técnica anterior de la figura 1, las perforaciones perimetrales 15-18 se cargan respectivamente con cargas explosivas dentro de las que son introducidos detonadores de retardo electrónico y las perforaciones interiores
 40 de forma similar tienen en estas cargas explosivas dentro de las que son introducidos uno o más detonadores de retraso pirotécnico. Sin embargo, la forma de realización de la presente invención ilustrada en la figura 2 difiere de la disposición de la técnica anterior de la figura 1 en la que los detonadores de retardo electrónicos tienen fusibles de tubo de choque 40 en vez de fusibles de cable eléctrico. Detonadores de retardo electrónico adecuados para usar en la presente invención y que tienen fusibles de tubo de choque se venden bajo la marca registrada DigiDet by DetNet South Africa (Pty) Ltd. Un detonador de transmisión por señal 34 tiene un fusible 34a conectado a un dispositivo de iniciación de señal (no mostrado). El fusible 34a puede ser un fusible de tubo de transmisión. El detonador de transmisión por señal 34 se conecta en relación de transmisión por señal con una línea troncal de cordón detonante 38 que se conecta por fusibles de tubo de choque 40 ambos a
 45 detonadores de retardo electrónico en las perforaciones perimetrales, al igual que a detonadores de retraso pirotécnico en las perforaciones interiores. Los detonadores de retardo electrónico se introducen en cargas explosivas respectivas dispuestas en las respectivas perforaciones de las perforaciones perimetrales como se ha ejemplificado en la figura 2A y los detonadores de retraso pirotécnicos se introducen en cargas explosivas respectivas dispuestas en las respectivas perforaciones de las perforaciones interiores como se ejemplifica en la figura 2B. La iniciación de línea troncal de cordón de detonante 38 por detonador de transmisión por señal 34
 50 inicia todos fusibles de tubo de choque 40 para iniciar los detonadores contenidos en el perímetro y perforaciones interiores.

55 [0029] La Figura 2A muestra una perforación perimetral típica n formada en formación geológica g y con una carga explosiva c dentro de la que se introduce un detonador de retardo electrónico 23e del que se extiende un fusible de tubo de impacto 40. El fusible de tubo de impacto 40 sale de la perforación perimetral n en la cara 20 y se conecta a la línea troncal de cordón detonante 38.

60 [0030] La Figura 2B muestra una perforación interior típica n que es idéntica sustancialmente al perímetro perforación de la figura 2A excepto por que se utiliza un detonador de retraso pirotécnico 23p. El detonador de retraso pirotécnico 23p se introduce dentro de una carga explosiva c' y su fusible de tubo de transmisión 40 sale de la perforación interior n en la cara 20 y se conecta a la línea troncal de cordón detonante 38.

5 [0031] El sistema de derribo de la figura 2 se ve que está inmensamente simplificado relativamente al sistema del estado de la técnica ilustrado en la figura 1. En vez de transferir ambos sistemas de cordón de eléctrico y detonante, se requiere solo una línea troncal de cordón de detonante. Esto reduce los artículos que se deben mantener en existencias y simplifica inmensamente el procedimiento de configuración, así ambos requisitos de aprendizaje reductor y reduce inmensamente las perspectivas de error. El tiempo de configuración también se reduce.

10 [0032] Cuando se utilizan detonadores de retardo electrónico en las perforaciones perimetrales, el control del perímetro del vacío creado por la explosión fue tan preciso que las marcas "medio cañón" fueron perceptibles en las paredes de la cavidad de explosión resultante. Estas marcas son la mitad longitudinal de las perforaciones perimetrales y su presencia en el borde del vacío creado por la explosión muestra con qué precisión se formó el perímetro vacío. Esta exactitud fue lograda a pesar del uso de detonadores de retraso pirotécnico en las perforaciones interiores.

15 [0033] Mientras la invención se ha descrito en detalle con referencia a una forma de realización específica, se apreciará que numerosas variaciones pueden estar hechas a la forma de realización descrita, estas variaciones se encuentran sin embargo dentro del campo de la presente invención, que se define por las reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Sistema para la detonación de una formación geológica (g) para formar en esta un túnel (22) con una pared perimetral que incluye un espacio interior, el sistema comprende:

5 una serie de perforaciones perimetrales (15, 16, 17) dispuestas en una tal formación geológica (g) en un patrón que corresponde a una tal pared perimetral, con cargas explosivas dispuestas en las respectivas perforaciones de las perforaciones perimetrales (15, 16, 17);

10 una serie de perforaciones interiores (1-8, 10-14) dispuestas en una tal formación geológica (g) en el interior de las perforaciones perimetrales (15, 16, 17), con cargas explosivas dispuestas en las respectivas perforaciones de las perforaciones interiores (1-8, 10-14);

15 detonadores perimetrales de retardo electrónico (23e) que tienen fusibles (40) están dispuestos en las respectivas perforaciones de las perforaciones perimetrales (15, 16, 17) en la comunicación por transferencia de señal con las cargas explosivas contenidas en las perforaciones perimetrales asociadas (15, 16, 17) y detonadores de retraso pirotécnico interior (23p) con fusibles (40) están dispuestos en las respectivas perforaciones de las perforaciones interiores (1-8,10-14) en la comunicación por transferencia de señal con las cargas explosivas contenidas en las perforaciones interiores asociadas (1-8,10-14);

20 los fusibles (40) de los detonadores perimetrales y los detonadores interiores están conectados en la comunicación por transferencia de señal con una línea troncal no eléctrica (38), con los cuales se pueden iniciar los detonadores perimetrales y los detonadores interiores por una señal de iniciación transmitida vía la línea troncal (38),

caracterizado por el hecho de que

- los fusibles de los detonadores perimetrales con retardo electrónico (23e) son fusibles de tubo de choque (40),

- los fusibles detonadores interiores de retardo pirotécnico (23p) son fusibles de tubo de choque (40),

25 - el sistema comprende una línea troncal no eléctrica única (38) a la que los fusibles de tubo de choque (40) de los detonadores de retardo electrónico (23e) y los detonadores de retardo pirotécnico (23p) se conectan.

2. Sistema según la reivindicación 1 donde la línea troncal no eléctrica (38) comprende un cordón detonante.

30 3. Método para la detonación de una formación geológica (g) para formar en esta un túnel (22) con una pared perimetral que incluye un espacio interior, el método comprende los pasos siguientes:

perforación de una serie de perforaciones perimetrales (15, 16, 17) en la formación geológica (g) en un patrón que corresponde con tal pared perimetral;

35 introducción de cargas explosivas en las respectivas perforaciones de las perforaciones perimetrales (15, 16,17);

perforación de una serie de perforaciones interiores (1-8,10-14) en la formación geológica (g) en el interior de las perforaciones perimetrales (15, 16,17);

40 introducción de cargas explosivas dispuestas en las respectivas perforaciones de las perforaciones interiores (1-8,10-14);

disposición de detonadores perimetrales de retardo electrónico (23e) que tienen fusibles (40) en las respectivas perforaciones de las perforaciones perimetrales (15, 16, 17) en la comunicación por transferencia de señal con las cargas explosivas contenidas en las perforaciones perimetrales respectivas (15, 16,17);

45 disposición de detonadores interiores de retardo pirotécnico (23p) que tienen fusibles (40) en las respectivas perforaciones de las perforaciones interiores (1-8,10-14) en la comunicación por transferencia de señal con las cargas explosivas contenidas en las perforaciones interiores respectivas (1-8,10-14);

conexión de los fusibles (40) de los detonadores perimetrales y los detonadores interiores en la comunicación por transferencia de señal con una línea troncal no eléctrica (38); e

50 activación de los detonadores perimetrales y los detonadores interiores enviando una señal de iniciación vía la línea troncal (38) a los fusibles detonadores,

caracterizado por el hecho de que

- los fusibles de los detonadores perimetrales de retardo electrónico (23e) son fusibles de tubo de choque (40),

- los fusibles de los detonadores interiores de retardo pirotécnico (23p) son fusibles de tubo de choque (40),

55 - el método comprende la etapa de conexión de los fusibles (40) de los detonadores perimetrales y de los detonadores interiores a la misma línea troncal, única, no eléctrica (38).

4. Método según la reivindicación 3 que comprende la utilización del cordón detonante como la línea troncal no eléctrica (38).

60

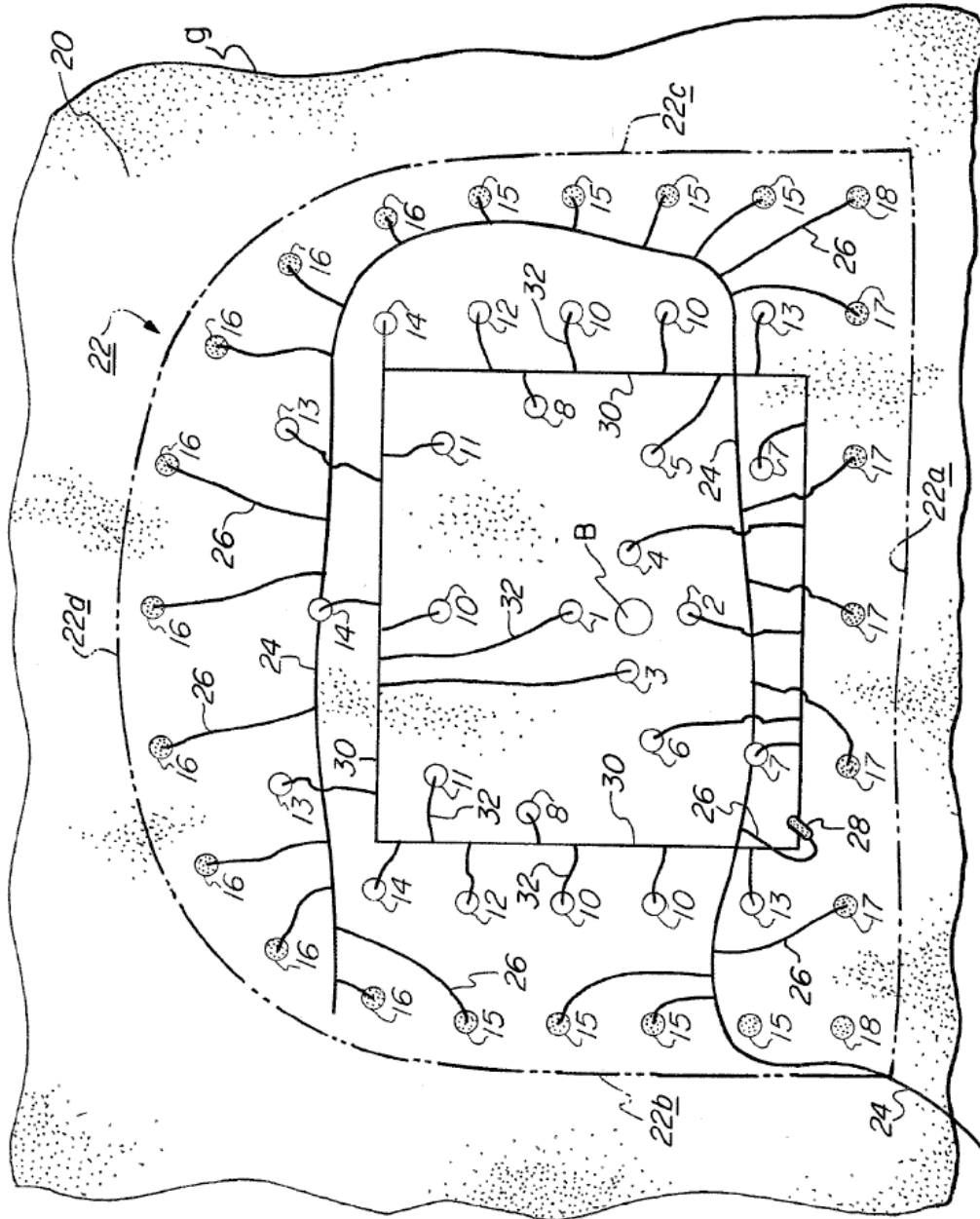


FIG. 1 (Técnica anterior)

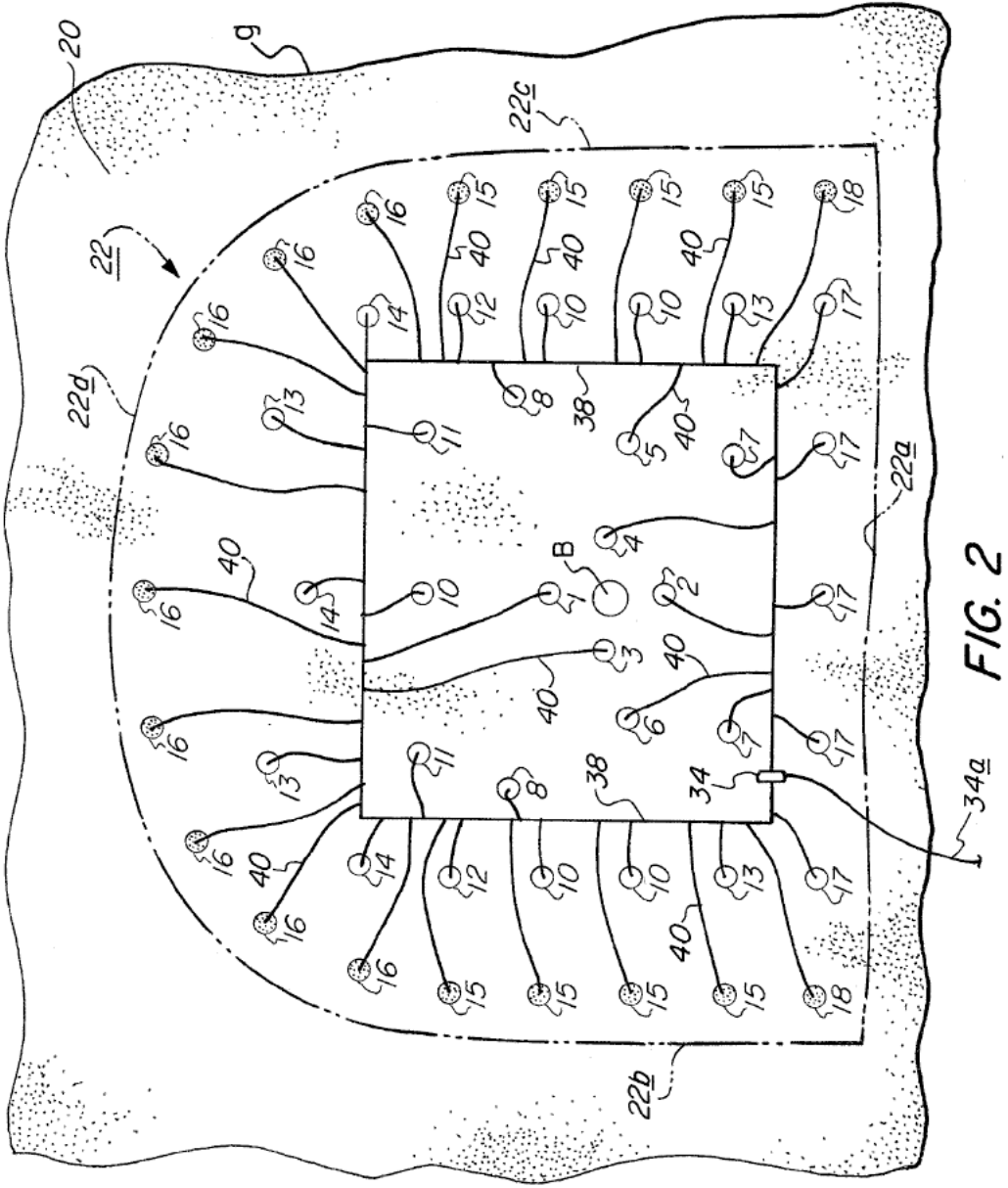


FIG. 2

