

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA

Registro de la Propiedad Industrial



ESPAÑA

⑩ ES	⑪ NUMERO	⑬ A1
	⑫ 466.329	
	⑭ FECHA DE PRESENTACION	
	⑮ 25.1.78	

PATENTE DE INVENCION

Concedido el Registro de acuerdo con los datos que figuran en la presente descripción y según el contenido de la Memoria adjunta.

⑯ PRIORIDADES:		
⑰ NUMERO	⑱ FECHA	⑳ PAIS
762.824 842.096	26.1.77 17.10.77	ESTADOS UNIDOS ESTADOS UNIDOS
⑳ FECHA DE PUBLICIDAD	㉑ CLASIFICACION INTERNACIONAL	㉒ PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA
	C06C; F24B	
㉓ TITULO DE LA INVENCION		
"UN METODO PARA LA FABRICACION DE UN CORDON DETONANTE DE BAJA ENERGIA".		
㉔ SOLICITANTE (ES)		
E.I. DU PONT DE NEMOURS AND COMPANY		
DOMICILIO DEL SOLICITANTE		
Wilmington, Delaware - ESTADOS UNIDOS		
㉕ INVENTOR (ES)		
Malak Elias Yunan		
㉖ TITULAR (ES)		
㉗ REPRESENTANTE		
D. BERNARDO UNGRIA GOIBURU		

EXTRACTO DE LA DESCRIPCION

1 Un cordón detonante mejorado del tipo de energía re
ducida, que es ligero, flexible, resistentes y no conductor,
que detona a gran velocidad, y puede adaptarse fácilmente a
técnicas de fabricación continua a gran velocidad, incluye un
5 núcleo sólido continuo hecho de una composición explosiva, de
tonante, aglomerada, deformable, que está constituida por un
compuesto cristalino altamente explosivo, preferentemente tetra
nitrato de pentaeritritol (PETN), superfino, mezclado con un
agente aglomerante, teniendo la carga explosiva cristalina apro
10 ximadamente de 0,1 a 2 g por metro de longitud (0,5 a 10 grains/
pie); y conteniendo el núcleo una vaina protectora de plástico,
de por ejemplo 0,127-1,905 mm de espesor (0,005-0,075 pulgada),
sin que alrededor del núcleo o de la vaina estén presentes ca
pas metálicas o de tejido textil. Preferentemente, uno o varios
15 filamentos continuos de hilos de refuerzo, dispuestos por ejem
plo de manera sustancialmente paralela al eje longitudinal del
núcleo, están situados entre el núcleo y la vaina de plástico,
o en, o alrededor de la vaina. Un cordón preferido puede reali
zarse desplazando unos filamentos de hilo bajo tensión en forma
20 de jaula móvil constituida por filamentos sustancialmente para
lelos, dejando que la jaula en movimiento arrastre un núcleo
explosivo aglomerado en su interior. Formando así un transpor
tador para el núcleo y aplicando una capa de material plástico
alrededor de la jaula sin producir sustancialmente ningún cam
25 bio en el diámetro del núcleo explosivo después de ser arras

1 trado en el interior de la jaula.

SIGNIFICADO COMERCIAL

Potencialmente importante si los organismos oficiales que establecen las normas aplicables a las minas prohíben la utilización de sistemas eléctricos de iniciación de explosivos.

Esta solicitud de patente es una continuación parcial de la solicitud de patente copendiente a nombre del mismo solicitante, número 762.824, presentada el 26 de Enero de 1977.

10

ANTECEDENTES DEL INVENTO

Ambito del Invento

El presente invento se refiere a un cordón de conexión de explosivo mejorado, destinado a ser utilizado para transmitir una onda detonante a una carga explosiva, y más particularmente el invento se refiere a un cordón de conexión explosivo del tipo conocido bajo el nombre de "cordón detonante del tipo de energía reducida". El invento se refiere también; a un método y a un aparato para fabricar cordones detonantes.

Descripción de la Técnica anterior

20

Los peligros asociados con la utilización de sistemas eléctricos de iniciación para hacer detonar cargas explosivas en operaciones mineras, es decir los peligros de iniciación prematura por electricidad debida a pérdidas a partir de fuentes de alumbrado, o por electricidad estática, acción galvánica, corrientes vagabundas, transmisores de radio y líneas

25

1 de transmisión, son bien conocidos, Por este motivo, la inicia
ción no eléctrica mediante la utilización de un cordón detonan
te adecuado ha sido estudiada como alternativamente extremada
mente interesante. Un cordón detonante típico de alta energía
5 tiene una velocidad de detonación uniforme de aproximadamente
6.000 metros por segundo, e incluye un núcleo de 6 a 10 granos
por metro (30-50 grains/pie) de tetranitrato de pentaeritritol
(PETN) cubierto por varias combinaciones de materiales, tales
como textiles, materiales de impermeabilización, plásticos, etc.
10 Sin embargo, la magnitud del ruido producido cuando un cordón
que incluye estas cargas de núcleo de tetranitrato de pentaeri
tritol detona en la superficie de la tierra, por ejemplo en lí
neas principales, es a menudo inaceptable en operaciones de
voladura realizadas en zonas desarrolladas. Igualmente, el poder
15 rompedor de un cordón de este tipo puede ser suficientemente
elevado para que el impulso de la detonación sea transmitido
lateralmente a una sección adyacente del cordón o a una masa
de explosivo con la cual, por ejemplo, el cordón está en contac
to en su sentido longitudinal. En este último caso, el cordón
20 no puede ser utilizado para iniciar una carga explosiva en un
agujero perforado en el fondo (técnica de "cebado en el fondo
del agujero"), como se desea algunas veces.

El cordón detonante de baja energía (LEDC) ha sido
desarrollado para subsanar los problemas de ruido y elevado
25 efecto rompedor asociados con el cordón descrito más arriba

1 de 6 a 10 gramos/metro (30-50 grains/pie). El LEDC tiene una
carga de núcleo explosivo de solamente 0,02 a 2 gramos/metro
(0,1 a 10 grains/pie lineal) de longitud del cordón, y a menu
do solamente 0,4 gramos/metro aproximadamente (2 grains/pie).
5 Este cordón se caracteriza por su reducido efecto rompedor y
su bajo ruido y, por tanto, puede utilizarse, por ejemplo en
líneas principales cuando el ruido debe mantenerse en un valor
mínimo, y como línea bajante para el cebado por la parte infer
rior del agujero de una carga explosiva.

10 En la patente de los Estados Unidos n° 2.982.210, se
describe un cordón detonante de energía reducida constituida
por un núcleo continuo de un potente explosivo granular sensible
a un cebador, tal como el PETN de un diámetro tal que conten
ga de 0,02 a 0,4 gramos/metro (0,1 a 2 grains/pie) de explosivo,
15 sivo, contenido en una vaina metálica, que puede ser cubierta
con tejido o un revestimiento de plástico. La vaina metálica
es esencial para la propagación de la detonación en los núcleos
explosivos de estas cargas reducidas.

Debido a que el LEDC dotado de una vaina metálica no
20 puede fabricarse por un procedimiento continuo en longitud ilimi
mitada, y debido a que este cordón conduce la electricidad en
el sentido de su longitud debido a la conductividad de la vaina
metálica, se han hecho intentos para eliminar la vaina metá
tálica utilizando otros procedimientos para compensar su ausencia.
25 Estos intentos no han encontrado siempre un éxito completo.

1 to, en particular con cargas de núcleo de aproximadamente 0,4
gramos/metro (2 grains/pie) o menos. Por ejemplo, se indica en
la patente de los Estados Unidos n° 3.125.024 que una velocidad
de detonación uniforme puede obtenerse incluso sin vaina metá
5 lica con un núcleo de PETN granular en cargas de 0,32 a 2 g/m
(1,5 a 10 grains/pie) de longitud, siempre y cuando la superfi
cie específica del PETN esté incluida entre 900 y 3400 cm²/g,
y el núcleo granular esté contenido en una vaina de textil te
jido rodeada por un recubrimiento protector y de refuerzo, por
10 ejemplo una capa de termoplástico o una serie de materiales de
impermeabilización y de refuerzo incluyendo una segunda vaina
textil. Sin embargo, las vainas tejidas o enrolladas son rela
tivamente costosas de aplicar, tanto en razón del tipo de equi
po necesario como en razón de las limitaciones impuestas a las
15 velocidades de fabricación del cordón. Por otra parte, incluso
con la elevada superficie específica del PETN, y la protección
facilitada por la vaina de textil tejida y la capa termoplásti
ca, no se consigue una detonación a gran velocidad segura cuan
do la carga de núcleo de PETN está situada en la extremidad in
20 ferior del alcance del LEDC.

La patente de Gran Bretaña n° 815.534 y la patente
de los Estados Unidos n° 3.311.056 describen cordones detonan
tes de baja energía dotados de un núcleo explosivo contenido
en una vaina de polímero. La patente de Gran Bretaña describe
25 un cordón que incluye un núcleo granular de explosivo finamen

1 te dividido en cargas de 0,3 a 3 g/m (2 a 15 grains/pie) conte
nidas en una vaina flexible de polímero termoplástico, que pue
de ser envuelta en un tejido y en un alambre para aumentar su
resistencia mecánica y su resistencia a la abrasión. El cordón
5 detonante descrito en la patente de los Estados Unidos número
3.311.056 es un cordón del tipo sin ruptura en razón de la grue
sa vaina dilatada de poliuretano elastomérico que rodea el
núcleo explosivo, siendo la relación entre la cantidad de ex
plosivo expresada en gramos por metro y el espesor de la vaina
10 expresada en centímetros inferior a 11/1, y preferentemente in
cluida entre 0,8/1 y 8/1 (siendo la relación entre la cantidad
de explosivo expresada en grains/pie y espesor de la vaina ex
presada en pulgadas inferior a 130/1 y preferentemente inclui
da entre 10/1 y 100/1), para evitar la ruptura. Se describen
15 cargas de núcleo explosivo de 0,2 a 80 y preferentemente de
0,4 a 20 g/m (1 a 400 y preferentemente 2 a 100 grains/pie),
y por tanto el invento se refiere tanto a cordones de alta ener
gía como a cordones detonantes de baja energía. El cordón de
0,4-4 g/m (2-20 grains/pie) reivindicado tiene un núcleo de
20 PETN contenido en una vaina de plomo. Además, aunque se des
criben núcleos explosivos hechos de composiciones auto-portan
tes del tipo utilizado en explosivos en forma de hoja, por
ejemplo los que se ilustran en las patentes de los Estados Ur
dos n° 2.992.087 y 2.999.743, los cordones detonantes de baja
25 energía con cargas de 1 y 2 g/m (5 y 10 grains/pie) tienen nú

1 cleos explosivos granulares, vainas de contención hechas de plomo y reducidas relaciones entre carga de explosivo y espesor de la vaina de poliuretano (4 y 1,7 g/m por centímetro de espesor de vaina -48 y 20 grains/pie por pulgada).

5 La patente de los Estados Unidos n° 3.384.688 describe la preparación de un cordón provisto de una vaina de textil que presenta una sensibilidad mejorada a la iniciación lateral y la capacidad de propagar la detonación con densidades de carga inferiores mediante la utilización de un núcleo granular especial finamente dividido de PETN en una carga de 2 g/m (10 grains/pie). La patente de los Estados Unidos n° 3.382.802 indica un tamaño máximo de partículas de 100 micrones, siendo la mitad por lo menos inferiores a 5 micrones para un núcleo de explosivo granular primario bajo la forma de una carga reducida, por ejemplo 1-2 g/m (5-10 grains/pie), contenida en una vaina de elementos en forma de filamento enrollados en espiral hechos de metal o de termoplástico, en vainas fibrosas enrolladas en espiral, y un recinto externo de termoplástico.

15 Como puede verse en las patentes mencionadas más arriba, hasta la fecha se han utilizado solamente núcleos explosivos granulares en cordones detonantes que tienen cargas de núcleo de 2 g/m (10 grains/pie) o menos. Además, se ha recomendado utilizar vainas metálicas o de textil resistente, en particular cuando la carga disminuye hasta valores inferiores a 0,4 g/m (2 grains/pie). Las composiciones explosivas auto-

1 portantes en las cuales un compuesto cristalino altamente ex-
plosivo se mezcla con un agente aglomerante pueden ser extrui-
das rápidamente en forma de cordones y permiten obtener veloci-
dades de fabricación de cordón más elevadas en comparación con
5 las velocidades de fabricación obtenibles con cordones dotados
de núcleos granulares. Igualmente, las composiciones explosi-
vas aglomeradas presentan una elevada densidad y pueden detonar
a una mayor velocidad para un diámetro dado, lo que contrasta
con los explosivos de menor densidad. Sin embargo, ya que las
10 composiciones explosivas aglomeradas corrientes contienen mate-
riales menos sensibles, estas composiciones son menos sensibles
a la iniciación que las composiciones granulares totalmente ex-
plosivas, y no puede preverse que detonarán exactamente en las
mismas condiciones que estas composiciones granulares. Por tan-
15 to, aunque la patente de los Estados Unidos n° 3.311.056 des-
cribe ciertos cordones detonantes que incluyen núcleos explosi-
vos aglomerados, los núcleos de carga reducida están constitui-
dos por PETN granular y azida de plomo/aluminio, e incluso es-
tos núcleos están cubiertos de plomo. Igualmente, es conocido
20 que el diámetro del cordón y de la carga explosiva debe ser su-
ficientemente importante si se desea que las composiciones ex-
plosivas en forma de hoja auto-portantes puedan propagar una
detonación a una velocidad uniformemente elevada. La patente
de los Estados Unidos mencionada más arriba número 2.992.087,
25 indica que un cordón fabricado mediante extrusión de un explosi-

1 vo en forma de hoja de PETN a base de nitrocelulosa para obte
ner una carga de PETN de 4 gramos/metro (20 grains/pie) detona
a una velocidad superior a 6.400 metros por segundos; y la pa
tente de los Estados Unidos mencionada más arriba n° 3.311.056
5 describe núcleos explosivos aglomerados en cargas de PETN de
3,7 y 4 g/m (17,5 y 20 grains/pie). Sin embargo, se han evitado
utilizar cordones que tiene núcleos de explosivo aglomerado en
cargas explosivas de 2 g/m o menos (10 grains/pie) a pesar del
hecho de que estas cargas han demostrado ser utilizables con
10 explosivos de PETN granular. Las patentes de los Estados Unidos
n°s, 3.338.764, 3.401.215, 3.407.731 y 3.428.502 describen la
preparación de un cordón detonante dotado de una carga explosi
va de 10 a 40 g/m (50 a 200 grains/pie) mediante la extrusión
de una composición explosiva flexible aglomerada con un elas
15 tómero, preferentemente alrededor de un hilo o de un filamento
de refuerzo situado axialmente. Se indica que el enrollamiento
de hilos o filamentos de refuerzo alrededor del cordón extruí
do, por ejemplo bajo la forma de una estructura trenzada, y la
unión de los hilos al cordón con un látex o un líquido polímero
20 es menos conveniente que un dispositivo de refuerzo situado in
ternamente.

En la técnica de fabricación de cordones detonantes,
se han utilizado filamentos igualmente para facilitar el recu
brimiento de los núcleos explosivos en forma de polvo. Por ejem
25 plo, en la patente de los Estados Unidos n° 3.683.742 se descri

1 be un procedimiento que consiste en guiar circularmente uno o
varios filamentos rugosos a través de un embudo que introduce
un explosivo en forma de polvo en una vaina fabricada de manera
continua y situado en la extremidad inferior del embudo, des
5 viándose el filamento o los filamentos a partir del eje verti
cal del embudo y penetrando en la vaina conjuntamente con el
explosivo. El filamento o los filamentos arrastran el explosivo
en forma de polvo y lo conducen al interior de la vaina, con
lo cual se forma alrededor del filamento interno o de los fila
10 mentos internos un núcleo de explosivo granular.

En la patente británica 1.416.128 y en la patente
belga nº 815.257, se describe el procedimiento que consiste en
encerrar una columna de explosivo pulverulento seco en el inte
rior de un conjunto de filamentos axiales unidos conjuntamente
15 y en desplazar el conjunto de columna/filamentos a través de
un troquel de compresión, aplicando una tensión a los filamen
tos, para formar el núcleo de una espoleta detonante. El núcleo
así formado, en el cual los filamentos envuelven el explosivo
y forman un manquito alrededor del mismo, está envuelto con
20 una capa de refuerzo de material textil enrollado, que se re
viste con plástico para su impermeabilización.

En la patente de los Estados Unidos 2.687.553, se
describe la utilización de filamentos longitudinales en la fa
bricación de cordones para reforzar un revestimiento de termo
25 plástico, contrarestando su elasticidad. El cordón resultante

1 tiene un núcleo explosivo contenido en una vaina de material
termoplástico, en el cual unos filamentos resistentes están em-
potrados en la dirección longitudinal. La totalidad de la peri-
feria del núcleo explosivo está en contacto directo con la vai-
5 na de termoplástico, y los filamentos están rodeados por el
termoplástico.

RESUMEN DEL INVENTO

El presente invento proporcionarun cordón detonante
de baja energía de tipo mejorado, que incluye:

10 (a) un núcleo sólido continuo de composición explo-
siva detonante aglomerada y deformable, que incluye por lo me-
nos 50% en peso aproximadamente de un compuesto cristalino al-
tamente explosivo, sensible a un cebador elegido en el grupo
que consiste en polinitratos orgánicos y polinitraminas mez-
15 cladas con un agente aglomerante, teniendo las partículas de
compuesto cristalino altamente explosivo de la composición su
dimensión máxima en la gama de aproximadamente 0,1 a 50 micro-
nes, siendo la dimensión máxima media generalmente no superior
a 20 micrones aproximadamente, y conteniendo el núcleo de 0,2
20 a 2 g/m de longitud de compuesto cristalino altamente explosi-
vo (0,5 a 10 grains/pie); y

(b) conteniendo el núcleo, una vaina protectora que
consiste solamente en una o varias capas de material plástico
que tiene preferentemente un espesor total de 0,127 a 1,905 mm
25 aproximadamente (de 0,005 a 0,075 pulgada), siendo el material

1 plástico un material capaz de fluir a una temperatura que no es
superior al punto de fusión del compuesto cristalino altamente
explosivo en más de 75°C, es decir un material que fluye a una
temperatura no superior a 200°C aproximadamente, cuando el com
5 puesto altamente explosivo es PETN.

En un cordón preferido según el invento, el núcleo
explosivo aglomerado está reforzado periféricamente por lo me
nos por un filamento de hilo entre el núcleo y la vaina de plás
tico, o en o alrededor de la vaina y, de manera todavía más
10 preferida, el cordón contiene unos medios de refuerzo de nú
cleo que consisten esencialmente en por lo menos un filamento
continuo de hilo en la periferia del núcleo, dispuesto de mane
ra sustancialmente paralela al eje longitudinal de este último,
teniendo el filamento o los filamentos una resistencia a la
15 tracción suficiente para impedir que el núcleo se deforme en
un punto bajo el efecto de las fuerzas que existen normalmente
durante la carga de un agujero, dotando así el núcleo reforza
do de una resistencia a la tracción de, por lo menos 4,5 kg
aproximadamente (10 libras) y, preferentemente, de por lo menos
20 9 kg aproximadamente (20 libras) de modo que pueda soportar
fuerzas menos corrientes.

Un cordón particularmente preferido según el invento
es un cordón en el cual el compuesto cristalino altamente ex
plosivo de la composición aglomerada es tetranitrato de penta
25 eritritol (PETN), la carga de PETN en el núcleo es aproxima

1 mente de 0,4 a 2 g/m (2 a 10 grains/pie) de longitud, el mate
rial plástico es una poliolefina extruible a una temperatura
de 175°C aproximadamente, y, por lo menos 4 filamentos de re
fuerzo hechos de hilo de poliamida o poliéster, están distri
5 buidos de manera sustancialmente uniforme en la periferia del
núcleo.

El presente invento proporciona igualmente un método
para fabricar un cordón detonante, que consiste en:

(a) formar una mezcla de un compuesto cristalino al
10 tamente explosivo sensible a un cebador y de un agente aglome
rante para obtener un núcleo continuo macizo, por ejemplo me
diante extrusión;

(b) desplazar los filamentos de hilo bajo una ten
sión suficiente para formar una jaula móvil de filamentos lon
15 gitudinales sustancialmente paralelos;

(c) hacer que la jaula en movimiento arrastre el nú
cleo en su interior, con lo cual la jaula sirve para transpor
tar el núcleo;

(d) aplicar una capa de material plástico blando
20 alrededor de la jaula en movimiento, generalmente después del
arrastra del núcleo en ella, sin cambiar sustancialmente el
diámetro del núcleo después de su arrastre en el interior de
la jaula; y

(e) endurecer el material plástico.

25 En un modo de realización preferido del método, se

1 efectúa la extrusión del núcleo en la jaula de hilo en movimien
to continuo y la unidad de núcleo enjaulada, con o sin soporte
periférico, se desplaza a continuación en y a través de un tro
5 quei de extrusión de revestimiento de plástico en el cual se
da al material plástico la forma de una vaina encima de la uni
dad de núcleo enjaulada. En otro modo de realización del inven
to, los filamentos de hilo y el núcleo se desplazan separada
mente en un troquel de extrusión de revestimiento de plástico,
y la formación de la jaula, el arrastre del núcleo y la forma
10 ción de la vaina se producen dentro de los límites del troquel,
ya sea simultáneamente o efectuándose el recubrimiento con la
vainas después del arrastre, En cada caso, no se produce sustan
cialmente ninguna reducción del diámetro del núcleo como resul
tado de la compresión.

15 El invento se refiere igualmente a un aparato desti
nado a fabricar un cordón detonante que incluye:

(a) un primer dispositivo de extrusión, para dar a
una masa de composición explosiva detonante aglomerada y defor
mable la forma de un núcleo continuo macizo;

20 (b) un dispositivo para orientar los filamentos de
hilo de modo que se sitúen sustancialmente de manera paralela
los unos a los otros en un conjunto anular;

(c) un dispositivo para desplazar los filamentos
sustancialmente paralelos bajo una tensión suficiente, para
25 darles la forma de una jaula en movimiento, estando el disposi

1 tivo de orientación de los filamentos dispuestos con respecto
al primer dispositivo de extrusión, de tal manera que la jau
la arrastra internamente y transporta el núcleo que sale del
primer dispositivo de extrusión;

5 (d) un segundo dispositivo de extrusión, para apli
car un material plástico blando bajo la forma de una vaina a
un sustrato que se desplaza a través de ella, estando el segun
do dispositivo de extrusión situado con respecto al primer dis
positivo de extrusión y con respecto al dispositivo de orienta
10 ción de filamentos de tal manera que el núcleo enjaulado se
desplaza a través del segundo dispositivo de extrusión para
aplicación de la vaina sin ninguna reducción previa, simultánea
o ulterior del diámetro del núcleo; y

(e) un dispositivo adaptado para recibir el núcleo
15 enjaulado y envainado que lo atraviesa, con el objeto de endu
recer el material plástico.

Preferentemente, el primer dispositivo de extrusión
está asociado con una cámara de extrusión que contiene un ori
ficio para formar el vacío, y un dispositivo de protección con
tra partículas destinado a impedir que partículas extrañas de
20 tamaño excesivo penetren en el núcleo. El dispositivo de orien
tación de filamentos puede estar constituido por una placa de
guiado separada o por un componente del segundo dispositivo de
extrusión.

25

BREVE DESCRIPCION DE LOS DIBUJOS

1 En los dibujos adjuntos que ilustran unos modos de
realización específicos del cordón de conexión explosivo del
método de realización del mismo, así como del aparato según el
invento,

5 las figuras 1 y 5 son vistas en perspectiva en sec-
ción transversal longitudinal parcial de secciones de diferen-
tes modos de realización del cordón de conexión según el inven-
to;

10 la figura 2 es una representación esquemática del
aparato según el invento; y

las figuras 3 y 4 son vistas en sección transversal
de diferentes modos de realización de unas porciones del apar-
to ilustradas en la figura 2.

DESCRIPCION DETALLADA DEL INVENTO

15 Haciendo referencia a la sección de un cordón de de-
tonación de baja energía 1 que se representa en la figura 5,
la vista en sección transversal representa un núcleo macizo
continuo 2 de una composición explosiva detonante aglomerada y
deformable, por ejemplo un PETN superfino, mezclado con un
20 agente aglomerante, tal como nitrocelulosa plastificada, sien-
do el diámetro y el contenido de explosivo del núcleo tal que
aproximadamente de 0,1 a 2 g . de explosivo estén presentes en
cada metro de longitud (0,5 a 10 grains de explosivo en cada
pie); y una vaina de plástico protectora 4, de un espesor de
25 por ejemplo 0,127 a 1,905 mm (0,005 a 0,075 pulgada), que con

1 tiene el núcleo 2. En la sección de cordón ilustrada en la fi
gura 1, el dispositivo de refuerzo de núcleo 3 que consiste en
una masa de filamentos obtenidos a partir de hilos de filamen
tos múltiples alrededor y en contacto con la periferia del nú
5 cleo 2, está dispuesto paralelamente al eje longitudinal del
núcleo 2, y la vaina 4 contiene el núcleo 2 y los filamentos
de refuerzo de núcleo 3. En otra parte de la figura 5, la vaina
4 ha sido retirada para ilustrar el aspecto periférico del nú
cleo 2, y en otras porciones de la figura 1, la vaina 4 ha sido
10 retirada para ilustrar el aspecto periférico de los filamentos
3 en el núcleo 2, y los filamentos 3 han sido retirados para
revelar el aspecto periférico del núcleo 2.

El cordón detonante de baja energía según el invento
combina las características de un núcleo continuo y macizo (es
15 decir no hueco) de una composición explosiva detonante aglomera
da y deformable, que tiene una carga reducida, por ejemplo de
0,1 a 2 g/m de longitud (0,5 a 10 grains/pie), de explosivo
cristalino potente en un aglomerante, con solamente una ligera
vaina protectora de plástico alrededor del núcleo. Una caracte
20 rística suplementaria, que es preferida, está constituida por
el refuerzo del núcleo por medio de fibras longitudinales al
exterior del mismo. Se ha comprobado que, contrariamente a las
enseñanzas de la técnica anterior respecto a cordones detonan
tes de baja energía, un explosivo detonante aglomerado y defor
25 mable bajo la forma de un cordón puede realizarse de tal mane

1 ra que propague una detonación de manera segura incluso con
cargas inferiores a 0,1 a 2 g/m (5-10 grains/pie) con una velo
2 cidad útil en operaciones de voladura, por ejemplo a una velo
3 cidad superior a 4.000 m por segundo, sin estar confinado en
4 una vaina metálica o de textil tejido, en hilos o filamentos
5 de textil, plástico o metal enrollados en forma de espiral, o
6 en un manguito de plástico grueso. Se ha comprobado que, esta
7 contención que se acaba de mencionar no es necesaria si el nú
8 cleo es una barra maciza continua de explosivo aglomerado, es
9 decir un explosivo plástico-aglomerado, que contiene por lo me
10 nos aproximadamente 50% de explosivo en peso, y un componente
11 cristalino altamente explosivo, "superfino" (como se describi
12 rá más adelante), y cualquier dispositivo de refuerzo del nú
13 cleo situado al exterior del mismo. En el cordón según el inven
14 to, las partículas de explosivo del núcleo están mantenidas
15 conjuntamente por medio de un agente aglomerante, por ejemplo
16 una composición de polímero orgánico, y se ha comprobado que
17 este procedimiento tiene un efecto benéfico para asegurar una
18 elevada densidad del núcleo uniforme y, por tanto, una gran
19 fiabilidad de detonación, siendo una elevada densidad un fac
20 tor importante, particularmente en cordones de pequeño diáme
21 tro, de carga reducida, con efecto de ruptura reducido. Con re
22 lación al núcleo aglomerado, se ha comprobado que, a pesar del
23 hecho de que se ha indicado que el refuerzo interno central es
24 preferible en cordones de carga elevada constituidos por explo
25

1 sivos auto-portantes (patente de los Estados Unidos n°3.338.764)
los filamentos de refuerzo externos son importantes para el
funcionamiento adecuados de cordones de carga reducida hechos
con este tipo de núcleo. Además, cuando el núcleo explosivo
5 aglomerado del cordón según el invento está reforzado, el dispo
sitivo de refuerzo externo, por ejemplo hilos textiles, se si
túan preferentemente en sentido longitudinal de manera sustan
cialmente paralela al eje del cordón. Un cordón de este tipo
se adapta fácilmente para su fabricación por técnicas de fa
10 bricación continua a gran velocidad contrariamente a los cor
dones detonantes de baja energía de la técnica anterior que
utilizan un refuerzo textil tejido o enrollado.

La composición explosiva aglomerada que constituye
el núcleo explosivo en el cordón contiene por lo menos un com
15 puesto cristalino altamente explosivo, finamente dividido y
sensible a un cebador, que puede ser un polinitrato orgánico,
tal como el PETN o el hexanittrato de manitol, o polinitramina
tal como la ciclotrimetilenetrinitramina (RDX) o la cicloteara
metilenetetranitramina (HMX). El PETN es el compuesto más fácil
20 mente disponible y es satisfactorio para ser utilizado en las
condiciones que se presentan más generalmente en voladuras, y
por estos motivos es el explosivo cristalino preferido en el
núcleo explosivo aglomerado. El compuesto cristalino altamente
explosivo se mezcla con un agente aglomerante, que puede ser
25 un polímero orgánico natural o sintético, por ejemplo la nitro

1 celulosa soluble descrita en la patente de los Estados Unidos
n° 2.992.087, o la mezcla de un caucho orgánico y de una resi
na de hidrocarburo terpeno termoplástico que se describe en la
patente de los Estados Unidos n° 2.999.743, Las composiciones
5 descritas en estas patentes pueden emplearse para el núcleo del
presente cordón, y el contenido de estas patentes se incorpora
aquí a título de referencia. Otros ingredientes pueden estar
presentes en la composición, tales como aditivos utilizados
para la plastificación del aglomerante o para aumentar la den
10 sidad de la composición. Otras composiciones que pueden ser em
pleadas son las que se describen en las patentes de los Estado
Unidos n°s. 3.338.764 y 3.428.502, cuyo contenido se incorpora
también aquí a título de referencia.

El cordón detonante de acuerdo con el invento es un
15 cordón de "baja energía", es decir un cordón el cual, en el
momento de su detonación, produce un ruido relativamente peque
ño y presenta un efecto de ruptura relativamente reducido. Por
tanto, para una composición de núcleo dada, el diámetro del nú
cleo es tal que aproximadamente de 0,1 a 2 y preferentemente
20 por lo menos 0,4 g/m de compuesto cristalino altamente explosi
vo estén presentes en cada metro de longitud del núcleo (apro
ximadamente de 0,5 a 10 grains/pie y preferentemente 2 grains/
pie aproximadamente). En líneas principales que contienen nú
cleos con cargas más elevadas, el nivel de ruido puede llegar
25 a ser un problema en ciertas zonas. Debajo de 0,1 g/m (0,5

1 grain/pie) la fiabilidad de propagación completa de la detona
ción es pequeña a no ser que se incluya en la composición del
núcleo un agente aglomerante y/o un plastificante de alta ener
5 gía. Con una composición de este tipo, es decir con una compo
sición que tiene un aglomerante a base de nitrocelulosa de alta
viscosidad plastificado con trinitrato de trimetiloletano, co
mo se describe en la patente de los Estados Unidos n° 3.943.017,
pueden utilizarse en el núcleo cargas de explosivo potente en
forma de partículas no superiores a 0,02 g/m (0,1 grain/pie).
10 Las cargas de 0,4 a 2 g/m aproximadamente (2 a 10 grains/pie)
han demostrado ser particularmente ventajosas para las líneas
bajantes y los cordones de línea principal. Con núcleos explo
sivos de baja carga, como en el presente cordón, es importante
que el componente cristalino altamente explosivo sea un compo
15 nente con partículas de tamaño "superfino", es decir que la
dimensión máxima de las partículas debe estar incluida en la
gama de 0,1 a 50 micrones aproximadamente, y generalmente, la
dimensión media máximo no debe ser superior a 20 micrones apro
ximadamente. Unas partículas de explosivo de mayor tamaño, unas
20 variaciones extremas del tamaño de las partículas, y la presen
cia de materia extraña en forma de partículas son indeseables,
ya que interfieren con la propagación uniforme de la detonación
en el núcleo. Un explosivo preferido para ser utilizado en el
núcleo es un explosivo que contiene microagujeros, realizado
25 por ejemplo utilizado el procedimiento descrito en la patente

1 de los Estados Unidos n° 3.754.061, cuyo contenido se incorpo
ra aquí a título de referencia.

La carga explosiva del núcleo es función del conteni
do de explosivo cristalino potente de la composición aglomera
5 da, y del diámetro del núcleo. El contenido de explosivo cris
talino potente puede variar, por ejemplo desde 55% hasta apro
ximadamente 90% en peso de la composición del núcleo. Aunque un
reducido contenido de explosivo puede en cierto grado ser com
pensado por un mayor diámetro de núcleo, es más eficaz, y la
10 propagación de la detonación es más segura si, por cualquier
carga dada, el contenido de explosivo es lo más importante po
sible, siendo preferentemente de por lo menos 70% en peso de la
composición del núcleo. Para contenidos de explosivo contenidos
en la gama de 55 a 90% aproximadamente, se utilizarán diámetros
15 de núcleo de aproximadamente 0,025 cm (0,01 pulgada) a 0,152 cm
(0,060 pulgada) para conseguir cargas de núcleo de 0,1 a 2 g/m
de longitud del núcleo (0,5 a 10 grains/pie): Se utiliza un
diámetro de aproximadamente 0,069 cm (0,027 pulgada) para con
seguir la carga de núcleo preferida de 0,4 g/m (2 grains/pie).
20 La composición explosiva contiene también de 1 a 10% aproxima
damente, y preferentemente de 2 a 5% en peso, de un agente aglo
merante, y además contiene también un plastificante si se nece
sita para que sea posible realizar la extrusión de la composi
ción, y asegurar la coesión del núcleo.

25 La densidad del núcleo varía con el explosivo en for

1 ma de partículas y con el agente aglomerante utilizado y su
contenido, y la naturaleza y la cantidad de otros aditivos, en
caso de estar presentes. Generalmente, los núcleos basados en
las composiciones descritas en las patentes de los Estados Uni
5 dos mencionadas más arriba números 2.992.087 y 2.999.743 ten
drán una densidad de aproximada ente $1,5 \text{ g/cm}^3$. Una densidad
de núcleo de esta magnitud, en comparación con las densidades
de solamente $1,2 \text{ g/cm}^3$ que se obtienen con los núcleos en for
ma de partículas, presenta la ventaja de asegurar una mejor
10 transmisión de la onda detonante y, por tanto, una velocidad
de detonación más elevada por un diámetro dado. Aunque la for
ma de la sección transversal del núcleo no es crítica para el
funcionamiento adecuado del cordón, es preferible generalmente
emplear un núcleo de sección transversal, sustancialmente cir
15 cular la facilitar la producción de cordones que presentan la
configuración circular que se usa generalmente.

El núcleo explosivo aglomerado está contenido en una
vainas que sirve para protegerlo contra la abrasión y otros des
perfectos que pueden producirse durante la manipulación y la
20 preparación previas a la voladura. Ya que la vaina es princi
palmente protectora, es relativamente delgada, es decir con
un espesor incluido en la gama de 0,313 a 0,191 cm (0,005 a
0,075 pulgada), salvo que es posible utilizar una vaina de has
ta 0,318 cm de espesor (0,125 pulgada) si el cordón debe estar
25 sometido a condiciones extremadamente duras, tales como las

1 que se presentan en trabajos de cantera a cielo abierto. Resulta difícil asegurar una protección uniforme con vainas de espesor inferior a 0,013 cm (0,005 pulgada). Una vaina de espesor superior a 0,318 cm (0,125 pulgada) no se necesita en el presente cordón y, en cualquier caso, aumenta innecesariamente el espesor y el coste del cordón, limita su flexibilidad, haciendo que pueda ser difícil introducirlo en agujeros de pequeño diámetro. Un espesor de vaina incluido aproximadamente entre 0,051 y 0,127 cm (0,020 y 0,050 pulgada) es preferible desde el punto de vista de su aplicabilidad fácil al núcleo y al grado de protección que proporciona. Por consiguiente, con cargas de núcleo preferidas de 0,4 a 2 g/m y espesores de vaina de 0,051 a 0,127 cm, la relación entre carga del núcleo (g/m) y el espesor de la vaina (cm) es de 3/1 a 39/1 (40/1 a 500/1 para cargas de núcleo de 2 a 10 grains/pie y espesores de vaina preferidos de 0,020 a 0,050 pulgada).

Dentro de la gama útil de espesores de vaina es, a menudo, aconsejable utilizar una vaina más gruesa cuando la carga explosiva del núcleo está cerca de la extremidad inferior de la gama de cargas de núcleo, ya que en estos casos puede asegurar una iniciación y una propagación seguras de la detonación. Igualmente, cuando la carga de explosivo del núcleo aumenta, un incremento del espesor de la vaina puede asegurar la continuidad de la detonación a través de los nudos y de los cortes parciales.

1 La vaina consiste solamente en una o varias capas
de plástico. Esto significa que cualquier capa que entra en la
construcción de la vaina consiste esencialmente en plástico y
que no existe ninguna capa de contención metálica o de textil
5 tejido en la vaina, bien en posición adyacente al núcleo, o bien
separadamente del mismo.

 La vaina está hecha de un plástico, es decir una sus-
tancia deformable capaz de fluir, es decir que puede ser extrui-
da, a una temperatura no excesivamente superior al punto de fu-
10 sión del explosivo del núcleo, por ejemplo no superior a 75°C
aproximadamente respecto al punto de fusión del explosivo. Es-
to permite aplicar la vaina de plástico al núcleo, por ejemplo
mediante extrusión u otro procedimiento de revestimiento con-
vencional, sin producir una transformación perjudicial del ex-
15 plosivo. El plástico ha de ser flexible y tenaz una vez endure-
cido. Aunque la temperatura del plástico que puede ser utiliza-
da durante la aplicación de la vaina sobre el núcleo puede va-
riar en función del tiempo de contacto entre el núcleo y el
plástico blando subyacente, en función de la velocidad de inter-
20 cambio térmico entre el núcleo y el plástico, y en función de
la estabilidad del agente aglomerante en el núcleo, con un nú-
cleo que contiene PETN, el plástico debe ser fluido a una tem-
peratura no superior a 200°C. La sustancia plástica puede ser
un material termoendurecible, tal como un caucho u otro elas-
25 tómoro, u otro material termoplástico, tal como cera, asfalto,

1 o una o varias poliolefinas, por ejemplo polietileno, o poli
propileno; poliéster, por ejemplo tereftalato de polietileno;
poliamidas, por ejemplo nylon; cloruro de polivinilo; resinas
ionoméricas, por ejemplo sales metálicas de copolímero de áci
5 do etileno/metacrílico; etc. Las vainas termoplásticas son las
preferidas, en particular el polietileno, en razón de su faci
lidad de abastecimiento, su comodidad de aplicación, etc.

Para que el cordón pueda conservar su estructura y
sus dimensiones durante la utilización práctica, es preferible
10 utilizar un dispositivo de refuerzo para mejorar la resisten
cia a la tracción del cordón, e impedir su deterioración debi
do a las fuerzas que existen normalmente durante la carga del
explosivo en el agujero. Aunque este refuerzo pueda estar cons
tituido por un material en suspensión en la capa o en las capas
15 de plástico de la vaina protectora, por ejemplo bajo la forma
de fragmentos o filamentos de hilo contenidos en ellas, de la
manera ilustrada en la patente de los Estados Unidos n° 2687553,
o en la periferia externa de la vaina, es preferible que el nú
cleo esté reforzado por lo menos por un filamento, y generalmen
20 te de manera preferida por cuatro o más filamentos continuos
de hilo, sustancialmente en contacto con la periferia del nú
cleo y situados de manera sustancialmente paralela al eje lon
gitudinal del núcleo.

La presencia de los filamentos de hilo entre el nú
25 cleo y la vaina es preferible a la utilización de filamentos

1 de hilo en el interior de la capa de plástico de la vaina por
que el calor se transfiere menos fácilmente desde el plástico
al núcleo cuando se efectúa la extrusión del plástico caliente
sobre el núcleo. El término "hilo" -en inglés "yarn"- se utili
5 za aquí en el sentido indicado en las Definiciones Normalizadas
de los Términos Relacionados con Materiales Textiles, norma
ASTM D 123-74a, en la cual "hilo-yarn" se define como término
genérico para designar un filamento continuo de fibras textiles,
hebras, o materiales en forma de un cierto número de fibras tor
10 cidas conjuntamente, un cierto número de hebras dispuestas con
juntamente sin torcedura, un cierto número de hebras dispuestas
conjuntamente con una torcedura más o menos importante, una he
bra única (monofilamento) con o sin torcedura, o una o varias
tiras obtenidas por la adición longitudinal de una hoja de materi
15 al, tal como un polímero natural o sintético con o sin torcedu
ra. Las variedades de hilo incluidas en esta definición, son
el hilo sencillo, el hilo doblado, el hilo cableado, el cordón,
las fibras, el hilo trenzado, etc. Los filamentos de hilo se
mantienen en su sitio alrededor del núcleo por medio de la vai
20 na de plástico, la cual rodea el núcleo y los filamentos peri
féricos. Cualquier hilo puede ser utilizado, siempre y cuando
tenga una resistencia a la tracción suficiente para impedir que
el núcleo se deteriore bajo el efecto de las fuerzas normalmen
te existentes durante la carga del agujero hasta el punto de
25 impedir que propague la detonación. Esto exige usualmente que

1 el núcleo esté dotado de una resistencia a la tracción de por
lo menos 4,5 kilos (10 libras). Para aumentar la seguridad de
que el cordón soportará fuerzas más elevadas, es preferible una
resistencia a la tracción de, por lo menos, 9 kg aproximadamen
5 te (20 libras) en el núcleo reforzado. El material de hilo, el
número de filamentos y el denier, así como el número de hilos,
se elegirán para obtener la resistencia a la tracción deseada.
Los hilos de filamentos múltiples pueden ser preferidos, ya
que estos, contrariamente a los monofilamentos, tienden a dis
10 persarse alrededor del núcleo, proporcionando un efecto aislan
te en la operación de revestimiento y un efecto de enjaulamien
to más completo. Igualmente, utilizando fibras más resistentes
pueden utilizarse hilos menos numerosos y de denier inferior.
Los hilos de denier superior a 2000 no son preferidos, ya que
15 aumentan inútilmente el espesor del cordón. Aunque pueda utili
zarse cualquier fibra natural en el hilo, se prefieren en ra
zón de su mayor resistencia las fibras sintéticas de los tipos
poliéster, poliamida y poliacrílico. Se prefieren especialmen
te, el nylon, el tereftalato de polietileno, y la poliamida
20 totalmente aromática preparada mediante condensación de ácido
tereftálico y para-fenilenediamina. Estas fibras con deniers
de 800 o superiores, presentan resistencias a la tracción de por
lo menos 4,5 kilos (10 libras) y por tanto es adecuado un solo
hilo o filamento de estas fibras en el cordón según el invento.
25 Sin embargo, los hilos múltiples aumentan la resistencia y por

1 tanto son preferibles. Igualmente, pueden utilizarse con denier
inferiores, por ejemplo no superiores a 400 denier aproximada
mente. En el cordón preferido, por lo menos 4 hilos de filamen
5 tos múltiples están separados de manera sustancialmente unifor
me alrededor de la periferia del núcleo, lo que da lugar a una
distribución uniforme del refuerzo alrededor del núcleo. No se
obtiene ninguna ventaja notable situando hilos de filamentos
múltiples adyacentes los unos a los otros en la jaula antes de
la aplicación a ésta de la vaina de plástico, ya que las opera
10 ciones de desplazamiento de la jaula y de revestimiento con
plástico producen una dispersión o una difusión de los filamen
tos de los hilos de filamentos múltiples, capaz de hacer que
los hilos se mezclen alrededor del núcleo. Por este motivo, y
teniendo en cuenta la circunferencia del núcleo y el denier
15 de los hilos, es superflua la utilización de más de 12 hilos
aproximadamente. Usualmente, la capa de filamentos no tendrá
un espesor superior a 0,025 cm (0,010 pulgada).

Los hilos texturados y multiplex (como se describe
en la patente de los Estados Unidos n° 3.338.764) constituyen
20 unos medios de refuerzo del núcleo especialmente eficaces, ya
que se unen firmemente a la vaina de plástico que los rodea.
La aplicación de un revestimiento adhesivo, por ejemplo de cera
blanda, a las fibras mejora igualmente la unión entre las fi
bras y la vaina de plástico, reduciendo la movilidad de los
25 hilos y la posible interferencia resultante con el núcleo, así

1 como aumentando la resistencia a la separación de la vaina.

El procedimiento y el aparato según el invento se explicarán ahora haciendo referencia a las figuras 2-4. En las figuras 2 y 3, la referencia 5 representa un dispositivo de extrusión del tipo de émbolo o pistón provisto de un émbolo o pistón 6, y de una cámara cilíndrica 29, que está rodeada por unas bobinas de calentamiento 7. La cámara de extrusión 29 está provista del orificio de vacío 25, y de un tamiz 26, que está montado en un lado de una placa de soporte 27, provista de orificios múltiples. Una masa 28 de una composición explosiva detonante, aglomerada y deformable se representa en la cámara de extrusión 29 y en los orificios de la placa 27. La placa 27 tiene su otro lado adyacente a la porción de troquel de diámetro reducido de la cámara 29 en la cual la masa explosiva 28 está empujada por la acción del pistón 6 y recibe la forma de una barra o núcleo macizo 2.

En un punto adyacente a la porción de troquel del dispositivo de extrusión 5, se halla una placa de orientación de filamentos 8, que es un dispositivo que sirve para orientar los filamentos de hilo que incluyen los filamentos 9 y 10, formando un conjunto anular de filamentos sustancialmente paralelos. La placa 8 tiene un canal axial, y unos surcos radiales de recepción de filamentos en una superficie que comunica con el canal axial, estando encorvada la superficie provista de surco de la placa en el punto donde se encuentra con el canal axial. La pla

1 ca 8 está soportada en una posición tal que su superficie pro
vista de surco se una a la superficie del dispositivo de extru
sión 5 de modo que el canal axial de la placa sea coaxial res
pecto al núcleo 2 que sale de la porción de troquel del dispo
5 sitivo de extrusión 5 debido a la acción del pistón 6. Los fi
lamentos 9 y 10 se extraen de unos carretes respectivos 11 y
12 por medio del cabrestante 13 el cual constituye un dispositi
vo para tirar de los hilos bajo una tensión suficiente para
darles la forma de una jaula en movimiento 14. El núcleo 2 que
10 sale del dispositivo de extrusión 5 es arrastrado en el inte
rior de la jaula 14 y es transportado por ella. El cabrestante
13 arrastra la jaula 14 (que contiene el núcleo 2) a través
del troquel de extrusión 15 de un segundo dispositivo de extru
sión, con lo cual se aplica un material plástico alrededor de
15 la jaula en forma de vaina 4. El troquel de extrusión 15 tiene
una porción anular externa 17 y un elemento interno tubular 16
dispuestos de tal manera que un material de plástico blando 30
aplicado al troquel 15 a través de la pared 17 por unos medios
conocidos (no representados) se sitúa bajo la forma de un tubo
20 entre las superficies enfrentadas de la porción externa 17 y
del elemento tubular interno 16, y la jaula 14 se desplaza a
través del canal axial en el elemento tubular 16. El orificio
de vacío 18 atraviesa la pared del elemento tubular 16 y se
abre en el canal axial de este último. El elemento tubular 16
25 y la placa de orientación de filamentos 8 se mantienen coaxial

1 mente separados, y están unidos conjuntamente por el tubo de
conexión 19, el cual rodea la jaula 14 en el espacio formado
entre la placa 8 y el elemento tubular 16.

La jaula envainada que contiene el núcleo (cordón 1)
5 que se forma a la salida del troquel 15 se desplaza a través
del recipiente 20, constituido por ejemplo por un depósito de
agua, que sirve para endurecer el material plástico de la vai
na. El cordón, después de pasar por el cabrestante 13, es re
cogido a continuación por el dispositivo de enrollamiento 22,
10 siendo facilitado el enrollamiento del cordón por su paso por
el dispositivo de control de tensión 21, constituido por ejem
plo por un ordillo flotante. El pistón de extrusión 6 está co
nectado con el dispositivo detector 23, el cual detecta la ve
locidad del pistón y emite una señal de acuerdo con esta hacia
15 el dispositivo de tratamiento de señales 24 que está conecta
do con el dispositivo de arrastre del cabrestante 13 y con el
dispositivo de arrastre del dispositivo de enrollamiento 22,
ajustando sus velocidades de acuerdo con la señal recibida a
partir del dispositivo de detección 23.

20 La figura 4 representa una variante de troquel de ex
trusión 15 que puede ser utilizada en el presente aparato, con
juntamente con un aparato de extrusión para formar el núcleo
explosivo. Este troquel particular incluye un dispositivo pa
ra orientar los filamentos de hilo en un conjunto anular de
25 hilos sustancialmente paralelos y, por tanto, puede ser utiliza

1 do en el aparato ilustrado en la figura 2 sin la placa de orien-
tación de filamentos 8. En este modo de realización, un canal
axial formado en el troquel de extrusión 15 tiene una porción
cilíndrica 31 y una porción cónica 32. Un elemento de inserción
5 cónico hueco 33 está situado de modo que su porción de vértice
esté alojada en el interior de la porción de troquel cónica
32 con una pequeña separación entre las superficies enfrenta-
das. El cabrestante 13 arrastra los filamentos de hilo 9 y 10
a través de los orificios formados en el anillo de guía de hilo
10 34, y a continuación a lo largo de la superficie interna del
elemento de inserción cónico adyacente 33. Los filamentos con-
vergen en la porción cónica del elemento de inserción 33 y a
continuación se orientan de manera sustancialmente paralela
los unos a los otros y reciben la forma de una jaula en razón
15 de su paso a través de una porción cilíndrica del elemento de
inserción 33.

El núcleo explosivo 2 se desplaza en la porción ci-
lindrica del elemento de inserción 33, en la cual es arrastra-
do por la jaula de hilos formada en ésta. El material plástico
20 10 penetra en un espacio anular formado entre las paredes del
elemento de inserción cónico 33 y el troquel de extrusión 15.
Este espacio anular comunica con la porción de troquel cilíndri-
ca 31 por medio del espacio formado entre la porción de troquel
cónica 32 y la porción de vértice del elemento de inserción
25 33. La porción cilíndrica del elemento de inserción 33 comunica

1 coaxialmente con la porción de troquel cilíndrica 31. La jaula
14 que contiene el núcleo, formada en la porción cilíndrica del
elemento de inserción 33, es arrastrada a través de una corrien
te de material plástico 30 que fluye a través de la porción de
5 troquel cilíndrica 31 que ha penetrado en ella a partir del es
pacio formado entre la porción de troquel cónica 32 y la porción
de vértice del elemento de inserción 33. El material plástico
30 recibe la forma de una vaina alrededor del núcleo enjaulado
14 para constituir el cordón 1.

10 La preparación de un cordón preferido según el inven
to, se ilustra en los siguientes ejemplos:

Ejemplo 1

A. Haciendo referencia a la figura 3, la masa 28
contenida en la cámara de extrusión 29 es un cilindro de 455 g
15 (1 libra) de una composición explosiva aglomerada y deformable
que consiste en una mezcla de 76,5% de PETN superfino, 20,2%
de citrato de acetiltributil, y 3,3% de nitrocelulosa prepara
da por el procedimiento descrito en la patente de los Estados
Unidos n° 2.992.087. El PETN superfino es del tipo que contie
20 ne microagujeros dispersos preparados por el método descrito
en la patente de los Estados Unidos n° 3.754.061, y tiene un
tamaño medio de partículas inferior a 15 micrones, siendo todas
las partículas inferiores a 44 micrones. La temperatura de la
cámara 29 se mantiene a 63°C por medio de bobinas de calenta
25 miento 7, con el objeto de ayudar a mantener la capacidad de

1 estrujabilidad de la composición explosiva que contiene. Después
de que el cilindro de explosivo ha sido situado en la cámara
29, se desplaza el pistón 6 para cerrar la cámara 29, y se for
ma el vacío a través del orificio 25. Se mantiene durante un
5 minuto un vacío de $-1,008 \text{ kg/cm}^2$ (-29,2 pulgadas de mercurio).
Esto sirve para impedir que una cierta cantidad de aire quede
aprisionada en la composición explosiva, circunstancia que po
dría producir discontinuidades en el núcleo extruido, afectan
do de manera perjudicial su capacidad de propagación de la de
10 tonación. A continuación, se desplaza el pistón 6 más adelante
hasta que la masa explosiva 28 esté comprimida aunque no en un
grado tal que produzca su extrusión.

Los filamentos 9 y 10, así como cuatro filamentos su
plementarios (no representados) se introducen en los surcos
15 radiales de la placa 8, y se hacen pasar a través de los cana
les axiales de la placa 8 y a través del elemento tubular 16
accionando el cabrestante de arrastre 13. Cada uno de los seis
filamentos es un filamento de 1000 denier de hilo de tereftala
to de polietileno, y la tensión de estos filamentos se contro
20 la de modo que en cada uno de ellos sea de 113,36 g (4 onzas)
por el dispositivo de control de tensión 21. Al mismo tiempo,
se actúan los sistemas de accionamiento del dispositivo de en
rollamiento 22, y el dispositivo de desplazamiento de material
plástico 30. El material plástico 30 es un polietileno de baja
25 densidad a una temperatura de 150°C . El recipiente 21 es una

1 cubeta de dos compartimientos que contiene agua a 81°C en el
primer compartimiento a través del cual pasa el cordón, y agua
a 21°C en el segundo compartimiento. Este enfriamiento en dos
zonas ayuda a obtener un enfriamiento más uniforme de la vaina
5 de plástico y permite obtener una adaptación más íntima de la
vainasobre la jaula. El diámetro de la parte del dispositivo
de extrusión 5 en el cual se forma el núcleo 2 es de 0,076 cm
(0,030 pulgada). La separación entre las superficies enfrenta
das de la parte externa 17, y del elemento tubular interno 16
10 del troquel 15 es tal que se obtenga una vaina de polietileno
4, con un espesor de 0,089 cm (0,035 pulgada).

Cuando el cabrestante 13, el dispositivo de control
de tensión 21, el dispositivo de enrollamiento 22, y el reci
piente 20 están en funcionamiento, se desplaza el pistón 6 a
15 la velocidad de 1,270 cm/min (0,50 pulgada/minuto). La masa de
explosivo 28 es obligada a atravesar el tamiz 26 que elimina
las partículas superiores a 0,254 mm (0,01 pulgada), y a conti
nuación el explosivo atraviesa los orificios formados en la
placa 27, y recibe la forma de un núcleo macizo 2 que tiene un
20 diámetro de 0,076 cm (0,030 pulgada). El núcleo sale del dispo
sitivo de extrusión 5 a la velocidad de 75,39 m/min (248 pies/
min), y la velocidad de la jaula arrastrada por el cabrestante
13 y que se enrolla en el dispositivo de enrollamiento 22 se
adapta a la velocidad de extrusión del núcleo por medio de las
25 señales recibidas a partir del dispositivo de tratamiento de

1 señales 24. Se crea un vacío a través del orificio 18 para ayu
dar a aplicar íntimamente la vaina de plástico sobre la jaula
14 que contiene el núcleo y que atraviesa el elemento tubular
16. Se mantiene en el elemento tubular 16 un vacío de $-0,203$
5 kg/cm^2 ($-5,9$ pulgadas de mercurio).

El cordón 1 acumulado en el dispositivo de enrolla
miento 22 tiene un diámetro exterior de $0,254$ cm ($0,1$ pulgada)
un núcleo de $0,076$ cm de diámetro ($0,03$ pulgada) y un revesti
miento de polietileno de $0,089$ cm de espesor ($0,035$ pulgada).
10 La carga de PETN en el núcleo es de $0,53$ g/m ($2,5$ grains/pie)
(g/m de PETN por cm de revestimiento = $6/1$ -g/pie de PETN por
pulgada de revestimiento = $71/1$), y la densidad del núcleo es
de $1,5$ g/cm³. Los filamentos de los hilos rodean el núcleo de
manera sustancialmente completa como se representa en la figura.

15 1. El cordón es flexible y ligero y tiene una resistencia a la
tracción de 45 kg (100 libras).

El cordón, iniciado por un detonador n° 6, cuya extre
midad está en contacto coaxial con la extremidad descubierta
del cordón, detona a una velocidad de 6.900 m/segundo. El cor
dón no se inicia por sí mismo en una sección empalmada situan
do dos conductores el uno al lado del otro. La detonación de
20 un tramo continuo de cordón se propaga a través de nudos de va
rios tipos. Igualmente, resulta difícil iniciar el cordón si el
detonador no está dispuesto coaxialmente respecto al cordón.

25 B. El mismo cordón ha sido realizado por el proce

1 dimiento descrito en la Sección A que antecede, salvo que el
troquel de extrusión 15 representado en la figura 4 ha sido uti
lizado en lugar del troquel 15 y de la placa de orientación de
filamentos 8 que se representan en la figura 3. En este proce
5 dimiento, el cabrestante 13 arrastra 4 filamentos de hilo a
través de la parte cilíndrica del elemento de inserción 33 bajo
una tensión suficiente para darles la forma de una jaula en mo
vimiento constituida por filamentos longitudinales sustancial
mente paralelos; la jaula arrastra el núcleo; y la jaula que
10 contiene el núcleo se desplaza a través de la corriente de po
lietileno que fluye a través de la parte cilíndrica del canal
axial del troquel, con lo cual se aplica alrededor de la jaula
una vaina de polietileno blando. Como en el procedimiento des
crito en la sección A, no se produce durante esta operación.
15 ninguna reducción sustancial del diámetro del núcleo.

Unos cordones que presentan diferentes diámetros del
núcleo espesores de vaina y números de filamentos de hilos
de refuerzo pueden ser fabricados utilizando los procedimientos
descritos más arriba, gracias a una modificación adecuada del
20 tamaño del troquel y de las velocidades de extrusión.

La utilización de un cordón detonante de baja energía
según el invento, y los efectos de varios parámetros tales co
mo la carga y el diámetro del núcleo, el espesor y la composi
ción de la vaina, así como el número y el tipo de hilos de re
25 fuerzo, se ilustran en los siguientes ejemplos.

11 Ejemplo 2

0,26 g (4 grains) de PETN superfino descrito en el
Ejemplo 1 se situaron en un recipiente de aluminio con fondo
troquelado de 0,08 mm de espesor (0,003 pulgada), cuya extremi
5 dad se apoyaba contra el lado de un tramo de tres metros (10
pies) del cordón descrito en el Ejemplo 1A, con la excepción
de que el cordón en este caso tenía un núcleo de 0,127 cm de
diámetro (0,050 pulgada) con una carga de PETN de 1,49 g/m
(7 grains/pie). Este cordón se utilizó como línea principal.
10 Una extremidad de un tramo de 1,5 m (5 pies) del cordón descri
to en el ejemplo 1A (línea bajante) se introdujo en el reci
piente de aluminio (amplificador) para que esté en contacto
con el PETN. La otra extremidad de la línea bajante se apoyaba
lateralmente contra el elemento sensible a la percusión de un
15 detonador retardado del tipo de percusión. Se hizo detonar la
línea principal por medio de un detonador n° 6 cuya extremidad
estaba apoyada coaxialmente sobre la extremidad descubierta del
cordón. La detonación se transmitió desde la línea principal
al amplificador, desde el amplificador a la línea bajante y
20 desde la línea bajante hasta el detonador retardado del tipo
de percusión.

Se obtuvieron los mismos resultados con cordones de
línea principal incluyendo 2,13 g/m (10 grains/pie) y 0,938
g/m (4,4 grains/pie) es decir núcleos de 0,152 cm (0,060 pulg.)
y de 0,102 cm (0,040 pulgada) de diámetro; y con cordones ba
25

1 jantes incluyendo 0,638 g/m (3,0 grains/pie) y 0,469 g/m (2,2
grains/pie), es decir con núcleos de 0,084 cm (0,033 pulgada)
y 0,07 cm (0,28 pulgada) de diámetro.

Ejemplo 3

5 Las siguientes pruebas indican los tipos de tratamien
to abusivos que el invento es capaz de soportar, respecto a nu
dos, tensión y abrasión.

A. Una extremidad de una línea bajante de 18 m de
largo (60 pies) del cordón descrito en el Ejemplo 1A se apoya
10 lateralmente contra el elemento sensible a la percusión de un
detonador retardado del tipo de percusión. El detonador está
incluido en un cartucho de 0,9 kg (2 libras) constituido por
un tubo de película flexible con extremidades cerradas hermétic
amente, de 5 cm de diámetro (2 pulgadas) y 41 cm de longitud
15 (16 pulgadas) conteniendo una composición no explosiva, que si
mula un explosivo de gel de agua. El detonador y el cordón es
tán sujetos en su posición en el interior del cartucho de pelí
cula por medio de dos medias muescas. Se hace bajar el cartucho
en un agujero simulado de 15 m de profundidad (50 pies) en va
20 rias condiciones de carga que pueden presentarse en la utiliza
ción real, estando el agujero simulado constituido por la parte
interna de un tubo de acero vertical de 13 cm de diámetro (5
pulgadas). La otra extremidad de la línea bajante de 0,532 g/m
(2,5 grains/pie) está conectada con el amplificador y con la
25 línea principal de 1,49 g/m (7 grains/pie) según se describe

1 en el Ejemplo 2. Después de que la tubería ha sido cargada en
las condiciones descritas, se hace detonar la línea principal
como se indica en el Ejemplo 2. La línea bajante detona comple
tamente, y el detonador retardado sensible a la percusión deto
5 na en el tiempo previsto, después de que el conjunto de línea
bajante-detonador-cartucho ha sido sometido a las siguientes
condiciones de carga:

I. Se deja que el cartucho caiga libremente de toda
la longitud de la línea bajante.

10 II. La caída libre del cartucho se detiene brusca
mente cada 4,6 m (15 pies).

III. El cordón se desplaza contra el borde rugoso
del tubo de acero cuando se baja el conjunto en el tubo.

IV. Se combinan las condiciones II y III.

15 V. Un saco de arena de 3,2 kg (7 libras) se hace
caer en el tubo, se extrae y se hace caer de nuevo cinco veces
en total, sobre el conjunto situado en el tubo en cada uno de
los casos I, II, III y IV, rascando el saco de arena el cordón
durante su caída.

20 B. Se forma un nudo en el cordón descrito en el
Ejemplo 1A, y se cuelga de la extremidad del cordón un peso de
3,2 kg (7 libras). El peso se hace caer en el tubo de 15 m
(50 pies) descrito en el párrafo A que antecede, deteniendo
cinco veces la caída libre del peso, ejerciendo así una mayor
25 tensión sobre el nudo. Cinco cordones tratados de esta manera

1 han detonado completamente a continuación, sin ningún corte en los nudos.

Ejemplo 4

5 La utilización de los cordones descritos en los Ejemplos 1 y 2 para transmitir ondas de detonación a la carga de fondo de una columna de cargas de explosivo de voladura en agujeros perforados se hace como sigue:

10 Seis agujeros perforados de 7,6 m de profundidad (25 pies) y 7,6 cm de diámetro (3 pulgadas) separados por distancias de 2,4 m (8 pies) se cargan cada uno con tres cartuchos de explosivo del tipo de gel de agua de 5 x 41 cm (2 x 10 pulgadas) del tipo descrito en la patente de los Estados Unidos número 3.431.155, envueltos en una película de tereftalato de polietileno. Empotrado en el cartucho de fondo de cada agujero se ha
15 lla un detonador retardado del tipo de percusión, conectado con el cordón (línea bajante) que se describe en el Ejemplo 1B de la manera indicada en el Ejemplo 2. La otra extremidad de cada línea bajante está conectada con el cordón de línea principal descrito en el Ejemplo 2 (salvo que incluye cuatro
20 filamentos de hilo) de la manera descrita en el Ejemplo 2. No se efectúa ningún retacado. La detonación de la línea principal da lugar a la detonación secuencial de las cargas situadas en los agujeros, empezando por la carga de fondo, de acuerdo con la programación de retardo de los detonadores utilizados.
25 No existe ninguna evidencia de interrupción de la columna.

1 Ejemplos 5-10

Se fabrican unos cordones como se describe en el Ejemplo 1, El explosivo del núcleo está compuesto por 76,1% de PETN superfino, 20,3% de acetiltributilcitrato y 3,6% de nitrocelulosa (en peso). Se utilizan cuatro filamentos del mismo hilo que en el Ejemplo 1. Se emplea la misma composición de revestimiento de plástico que la que se describe en el Ejemplo 1. El núcleo se somete a extrusión con diferentes diámetros, y se aplican revestimientos de diferentes espesores. Las propiedades de detonación de los cordones (iniciados como se describe en el Ejemplo 1) se resumen en la siguiente tabla:

Ej.	Diámetro del núcleo pulg. (cm)	PETN grains/pie (g/m)	Velocidad de detonación (m/seg) en cordón. Diám. ext. * especificado				
			0,070 (0,178)	0,080 (0,203)	0,090 (0,229)	0,100 (0,254)	0,125 (0,318)
5	(a) 0,013 (0,033)	0,5 (0,107)				6600	
6	0,020 (0,051)	1,0 (0,213)		6700	6600	6600	
7	0,030 (0,076)	2,5 (0,533)	6800	6800	6600	6700	6700
8	0,040 (0,102)	4,4 (0,938)	6800	6800		6800	7200
9	0,050 (0,127)	7,0 (1,49)				7000	
10	0,060 (0,152)	10,0 (2,13)				7000	

(a) Este cordón se inicia y propaga una detonación en 50% de las pruebas efectuadas; todos los demás cordones detonan de manera fiable.

25 * Diámetro externo en pulgadas (cm).

1 Estos ejemplos indican que la velocidad de detonación
de los cordones comprobados está dentro de la gama de 6900 m/seg
+5% cualquiera que sea la carga de PETN y el espesor del reves
5 timiento de plástico. Con esta composición particular del núcleo
y con un revestimiento de 0,112 cm (0,044 pulgada) sin embargo,
la fiabilidad de la detonación es algo inferior con la carga mí
nima de PETN y con el mínimo diámetro del núcleo.

Ejemplos 11-14

10 El cordón explosivo descrito en los Ejemplos 5-10 se
verifica en tres cargas y diámetros de núcleo diferentes para
comprobar su fiabilidad de iniciación y de propagación continua
con un revestimiento de espesor mínimo..

Ejem plo	PETN grains/pie (g/m)	Diámetro del núcleo pulgadas (cm)	N° de detonaciones obtenidas en 10 pruebas con el espesor de revestimiento* especificado			
			0	0,010 (0,025)	0,015 (0,038)	0,025 (0,064)
11	0,5(0,107)	0,013(0,033)	0			10
12	1,0(0,213)	0,020(0,051)	4		10	
13	2,5(0,533)	0,030(0,076)	8	10		
14	7,0(1,49)	0,050(0,127)	10			

* pulgadas (cm)

25 Estos ejemplos indican que cuando el diámetro del nú
cleo y la carga de PETN aumentan, el revestimiento de plástico
tiene un efecto menos importante sobre la capacidad del cordón

1 para ser iniciado y para propagar una detonación.

Ejemplo 15

5 El cordón descrito en los Ejemplos 5-10 que incluye un núcleo de 0,076 cm (0,030 pulgada) se prepara con diferentes materiales de revestimiento y diferentes espesores. Todas las muestras (de por lo menos 46 m de long -150 pies-) del cordón con revestimientos de 0,051 cm (0,020 pulgada), 0,071 cm (0,028 pulgada) y 0,084 cm (0,033 pulgada) hechos de polietileno de baja densidad, polietileno de alta densidad, y una sal metálica de un copolímero de etileno y ácido metacrílico (resina ionomérica) detonan de manera fiable a una velocidad de aproximadamente 7200 m/segundo con cuatro filamentos, así como con ocho filamentos del hilo. La temperatura del troquel de extrusión es de 175°C para la aplicación del polietileno de alta densidad y de 135°C para la aplicación de la resina ionomérica.

10 La resistencia a la tracción mínima es de 32 kg (70 libras) para todas las muestras realizadas con cuatro filamentos del hilo, y de 64 kg (140 libras) para todas las muestras hechas con ocho filamentos del hilo. Todas las muestras, cualquiera que sean el espesor y el tipo del material de revestimiento detonan después del siguiente tratamiento: Un peso de 2,7 kg (6 libras) se ata a una extremidad del cordón. Se deja que el peso arrastre el cordón por gravedad sobre el borde de un bloque de hormigón, y a continuación se arrastra de nuevo

1 el cordón en sentido inverso hasta su punto inicial. Esta operación se repite cinco veces.

Ejemplos 16-19

55 El efecto de la carga del núcleo y del espesor de revestimiento de la vaina sobre el comportamiento del cordón descrito en los Ejemplos 5-10 cuando está anudado, como puede ocurrir en la utilización real, se ilustra en la siguiente tabla:

10

Ejemplo	PETN grains/pie (g/m)	Diámetro del núcleo pulgadas (cm)	Espesor del revesti miento pulg. (cm)	Nº de veces que la detonación se propaga a través de los nudos	
				Medio nudo	Nudo
16	2,5 (0,533)	0,030 (0,076)	0,035 (0,089)	15 (a)	5 (b)
17	3,0 (0,638)	0,033 (0,084)	0,034 (0,086)	15 (a)	5 (b)
18	3,4 (0,723)	0,035 (0,089)	0,033 (0,084)	13 (a)	2 (b)
19	4,4 (0,853)	0,040 (0,102)	0,043 (0,109)	14 (a)	4 (b)

15

(a) Entre 15 pruebas.

(b) Nudo atado con una tensión de 4,5 kg (10 libras); entre 5 pruebas.

20

Estos ejemplos indican que los cordones especificados propagan una detonación a través de nudos en lugar de interrumpirse en los nudos debido a un efecto excesivo de ruptura. Estos ejemplos indican también que cuando se aumenta la carga explosiva el incremento del espesor de la vaina asegura

25

1 la propagación de la detonación a través de los nudos.

Ejemplos 20-24

El cordón descrito en los Ejemplos 5-10 con un núcleo de 0,07 cm (0,030 pulgada) se realiza con diferentes números de hilos de filamentos múltiples de tereftalato de polietileno (PET) y con un hilo de aramida obtenido a partir del polímero de condensación del ácido tereftálico y de la para-fenilenediamina (todos estos filamentos de 1000 denier). El efecto de estas variables sobre la resistencia del cordón y sobre la capacidad del cordón para propagar una detonación a través de nudos se representa en la siguiente tabla:

Ejemplo	Hilo de PET N° filamentos	Hilo de Aramida	Resistencia a la tracción del cordón libras (kg)	N° de veces que la detonación se propaga a través de los nudos	
				Medio nudo	Nudo
20	2		43 (20)	4 (a)	2,0,0,0 (b)
21	4		82 (37)	10 (a)	3,0,0,0 (b)
22	8		150 (68)	10 (a)	3,3,3,0 (b)
23		2	105 (48)	9 (a)	2,1,0,0 (b)
24		4	198 (90)	10 (a)	3,3,3,3 (b)

(a) Entre 10 pruebas.

(b) Nudos atados bajo tensión de 4,5; 9,1; 13,6 y 18,2 kg (10, 20, 30 y 40 lb), respectivamente; entre 3 pruebas para cada uno.

1 Estos ejemplos indican que la resistencia a la tracción del cordón para un número dado de filamentos de hilo del mismo denier varía con la resistencia a la tracción del hilo. En este caso, la aramida proporciona un cordón con mayor resistencia a la tracción dotado de un número de filamentos inferior al del poliéster. Los ejemplos indican también que un mayor número de filamentos de una fibra dada, o una fibra más resistente aumenta la capacidad del cordón para propagar una detonación a través de nudos más prietos.

10 Ejemplo 25

 Un núcleo macizo continuo de composición explosiva aglomerada, que consiste en 75% en peso de PETN superfino y 25% de un agente aglomerante, que consiste en butadieno, acrilonitrilo, copolímero de ácido metacrílico (descrito en la patente de los Estados Unidos mencionada más arriba n° 3.338.764) se sujeta a un solo filamento de hilo de aramida obtenido por polímero de condensación del ácido tereftálico y de la parafenilenediamina. El núcleo y el filamento de refuerzo se introducen conjuntamente a través de un troquel de revestimiento tubular, que aplica una vaina de 0,064 cm de espesor (0,025 pulgada) hecha de polietileno de baja densidad alrededor de ellos. El cordón resultante, que incluye una carga de PETN de 1,49 g/m (7 grains/pie) detona aproximadamente a 7.000 m/seg cuando se inicia por el procedimiento descrito en el Ejemplo 1, y tiene una resistencia a la tracción de aproximadamente 34 kg (75 libras).

1 Ejemplo 26

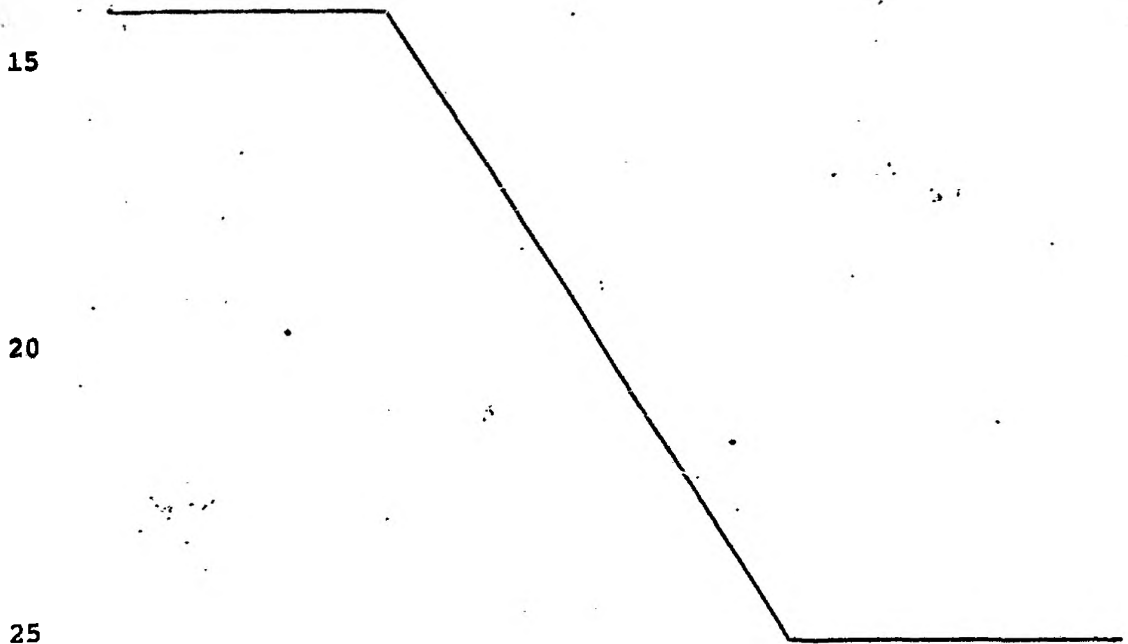
La composición explosiva aglomerada, deformable que se describe en el Ejemplo 1 (salvo que el contenido de PETN super fino es de 76%, el contenido de acetiltributilcitrato de 20% y el contenido de nitrocelulosa de 4%) se somete a extrusión para formar cordones de 1,2 m de largo (4 pies) teniendo cinco de ellos un diámetro de 0,076 cm (0,030 pulgada) y una carga de PETN de 0,533 g/m (2,5 grains/pie), mientras que los otros cinco tienen un diámetro de 0,127 cm (0,050 pulgada) y una carga de 1,49 g/m de PETN (7,0 grains/pie). Los cordones extruidos se introducen en tubos de polietileno de baja densidad de un diámetro interno de 0,152 cm (0,060 pulgada) y un diámetro externo de 0,20 cm (0,080 pulgada). Las relaciones entre carga explosiva y espesor de pared de estos cordones son de 18/1 y 50/1, respectivamente, tratándose de cargas indicadas en g/m y espesores en cm, (250/1 y 700/1 respectivamente, con cargas en grains/pie y espesores en pulgadas). Todos los cordones tienen resistencia a la tracción de aproximadamente 4,5 kg (10 libras).

20 Los cordones se inician por medio de un detonador n° 6, estando la extremidad del cordón en contacto coaxial con la extremidad descubierta del detonador. Todos los cordones detonan sin cortes, consumiendo la totalidad del revestimiento de plástico. La velocidad de detonación media de los diez cordones es de 7300 metros por segundo.

1 En el procedimiento según el invento, no se produce
sustancialmente ninguna reducción en el diámetro del núcleo
después de la formación del mismo. El procedimiento permite
obtener un núcleo de alta densidad que no necesita una reducción
5 ción del diámetro del núcleo como es el caso, por ejemplo, en
los procedimientos de fabricación de cordones que tienen un
núcleo de explosivo en forma de partículas. La eliminación del
cambio de diámetro del núcleo durante la operación simplifica
el control de proceso respecto a la consecución de la carga de
10 explosivo de núcleo final deseada, e impide que los filamentos
de hilo circundantes penetren en el núcleo. Cuando se hacen de
tonar cordones de pequeño diámetro, con núcleos de carga redu
cida, la presencia de partículas de materia extraña, por ejem
plo arena, metal, etc puede interferir con la detonación del
15 cordón si las partículas tienen un tamaño suficiente. Por este
motivo, una característica importante del presente procedimien
to es la utilización de una composición de núcleo explosivo
exenta de estas partículas en razón de los procedimientos y
condiciones utilizadas en su preparación, o la presencia de un
20 dispositivo de cribado de partículas en el aparato de extrusión
empleado para fabricar el núcleo. Para núcleos que tienen diá
metros iguales o superiores a 0,076 cm (0,030 pulgada) se ex
cluirán partículas de un tamaño superior aproximadamente a 33%
del diámetro del núcleo. Para núcleos de menor diámetro, se
25 excluirán las partículas superiores a aproximadamente 0,013 cm

1 (0,05 pulgada).

5 En el presente método, cuando los filamentos de hilo y el núcleo explosivo se desplazan separadamente en un troquel de extrusión de revestimiento de plástico, la jaula formada en él arrastrará usualmente el núcleo, y la vaina se formará a continuación en la unidad de núcleo enjaulada. Sin embargo, la formación de la jaula, el arrastre del núcleo, y el recubrimien
10 to con la vaina pueden producirse de manera sustancialmente si multánea. Igualmente, los dos dispositivos de extrusión del aparato, es decir el troquel de formación de núcleo y el tro
15 quel de formación de vaina, pueden estar constituidos por com ponentes de aparato de extrusión separados o pueden situarse conjuntamente en una sola unidad de extrusión simultánea.



1 En resumen, la Patente de Invención que se solici-
ta deberá recaer sobre las siguientes:

REIVINDICACIONES

5 1. Un método para la fabricación de un cordón de-
tonante de baja energía, caracterizado porque se forma una
composición explosiva, aglomerada, deformable, que incluye
por lo menos 55% en peso aproximadamente de un compuesto cris-
talino altamente explosivo sensible a un detonador elegido en
10 tre el grupo que consiste en polinitratos orgánicos y polini-
traminas mezclados con un agente aglomerante, teniendo las
partículas de compuesto cristalino altamente explosivo de la
composición aglomerada su dimensión máxima en la gama de
aproximadamente 0,1 a 50 micrones en un núcleo macizo continuo
que contiene aproximadamente de 0,1 a 2 gramos de compuesto
15 cristalino altamente explosivo por metro de longitud; y se
aplica al núcleo una vaina protectora que consite solamente
en una o varias capas de material plástico, siendo el mate-
rial plástico un material capaz de fluir a una temperatura no
superior en más de 75° C aproximadamente respecto al punto de
20 fusión del compuesto cristalino altamente explosivo.

 2. Un método según la reivindicación 1, caracteri-
zâdo porque el dispositivo de refuerzo del núcleo se aplica
al exterior del núcleo.

 3. Un método según la reivindicación 2, caracteri-
25 zado porque se aplica, por lo menos, un filamento continuo de

1 hilo a la periferia del núcleo y de la manera sustancialmente
paralela al eje longitudinal del núcleo, teniendo el filamen-
to o los filamentos una resistencia a la tracción suficiente
5 como para impedir que el núcleo se debilite en un punto de fa-
llo debido a las fuerzas que existen normalmente durante la
carga del agujero perforado.

4. Un método según la reivindicación 3, caracteri-
zado porque por lo menos cuatro filamentos de hilo están dis-
tribuidos de manera sustancialmente uniforme alrededor y en
10 contacto con la periferia del núcleo, teniendo los filamentos
una resistencia a la tracción suficiente como para dotar al
núcleo de una resistencia a la tracción de por lo menos 4,5
kg. aproximadamente, y estando el núcleo y los filamentos en-
vuelto en la vaina.

15 5. Un método según la reivindicación 4, caracteri-
zado porque los filamentos de hilos de múltiples filamentos,
están dispersos alrededor del núcleo.

6. Un método según la reivindicación 2, caracteri-
zado porque el núcleo está formado a partir de una composición
20 explosiva aglomerada, deformable que comprende tetranitrato
de pentaeritritol y ciclo-trimetileno-trinitramina, combinada
con un agente aglutinante.

7. Un método según la reivindicación 6, caracteri-
zado porque la composición explosiva aglomerada, deformable
25 contiene, por lo menos, 70% en peso aproximadamente de tetra-

1 nitrato de pentaeritritol (PETN), y está formada en un núcleo
que contiene por lo menos aproximadamente 0,4 g. de PETN por
metro de longitud, y una vaina hecha de material termoplástico
se aplica al núcleo.

5 8. Un método según la reivindicación 7, caracteri-
zado porque el núcleo está formado a partir de una composi-
ción explosiva, aglomerada, deformable que comprende PETN com-
binado con nitrocelulosa plastificada.

10 9. Un método según la reivindicación 7, caracteri-
zado porque se aplica al núcleo una vaina hecha de una polio-
lefina capaz de fluir a una temperatura inferior a 200° C
aproximadamente.

15 10. Un método según la reivindicación 9, caracteri-
zado porque se aplica al núcleo una vaina de polietileno que
tiene un espesor de 0,051 a 0,127 cm. aproximadamente.

11. Un método según la reivindicación 7, caracteri-
zado porque se aplica al núcleo una vaina termoplástica de un
espesor de 0,013 a 0,318 cm. aproximadamente.

20 12. Un método según la reivindicación 1, caracteri-
zado porque se forma una composición explosiva, aglomerada,
deformable que incluye por lo menos 70% en peso aproximadamen-
te de tetranitrato de pentaeritritol (PETN) mezclado con un
agente aglomerante, teniendo las partículas de PETN contenidas
en la composición aglomerada su dimensión máxima incluida en
25 la gama de aproximadamente 0,1 a 50 micrones en un núcleo só-

1 lido macizo que contiene aproximadamente de 0,1 a 2 gramos
de PETN por metro de longitud; por lo menos cuatro filamentos
de hilo distribuidos de manera sustancialmente uniforme alre-
5 dedor y en contacto con la periferia del núcleo, teniendo los
filamentos una resistencia a la tracción suficiente para dotar
el núcleo reforzado de una resistencia a la tracción de por
lo menos 9 kg. aproximadamente, y una vaina protectora hecha
de material termoplástico capaz de fluir a una temperatura in-
ferior a 200° C aproximadamente, se aplica al núcleo para en-
10 volver al núcleo y los filamentos

13. Un método según la reivindicación 12, caracte-
rizado porque se aplica al núcleo una vaina termoplástica que
tiene un espesor de 0,013 a 0,191 cm. aproximadamente.

14. Un método según cualquiera de las reivindica-
15 ciones anteriores caracterizado además porque (a) el núcleo
de explosivo se forma a partir de una mezcla de compuesto
cristalino altamente explosivo sensible a un detonador y de
un agente aglomerante del mismo; (b) unos filamentos de hilo
se desplazan bajo una tensión suficiente para formar una jaula
20 en movimiento constituida por filamentos longitudinales sus-
tancialmente paralelos; (c) se deja que la jaula en movi-
miento arrastre el núcleo en su interior, con lo cual la jaula sir-
ve como transportador para el núcleo; (d) se aplica una capa
de material de plástico blando alrededor de la jaula en movi-
25 miento sin producir ninguna reducción sustancial del diáme-

1 metro del núcleo después de su arrastre en el interior de la
jaula; y (e) se endurece el material plástico.

5 15. Un método según la reivindicación 14, caracte-
rizado porque el núcleo se somete a una operación de extrusión
en la jaula de hilos en movimiento, y la unidad de núcleo en-
jaulada pasa a continuación dentro y a través de un troquel
de extrusión donde se da el material plástico la forma de una
vaina sobre la unidad de núcleo enjaulada.

10 16. Un método según la reivindicación 15, caracte-
rizado porque el troquel es un troquel tubular y el tubo de
plástico formado en él se aplica sobre la unidad de núcleo en
jaulada formando vacío a través del troquel.

15 17. Un método según la reivindicación 14, caracte-
rizado porque los filamentos de hilo y el núcleo se desplazan
separadamente en un troquel de extrusión en el cual se da a
los filamentos la forma de la jaula y donde arrastran el nú-
cleo, y se forma la vaina de plástico alrededor de la unidad
de núcleo enjaulada haciendo pasar la unidad de núcleo enjau-
lada a través de una corriente de plástico.

20 18. Un método según la reivindicación 14, caracte-
rizado porque se da a la mezcla la forma de un núcleo mezclado
bajo vacío.

25 19. Un método según la reivindicación 14, caracte-
rizado porque la mezcla se trata de modo que se excluyan del
núcleo las partículas de un tamaño superior a 25% del diáme-

1 tro del núcleo aproximadamente.

20. Se reivindica por último como objeto sobre el
que ha de recaer la Patente de Invención que se solicita por
"UN METODO PARA LA FABRICACION DE UN CORDON DETONANTE DE BA-
5 JA ENERGIA".

Todo conforme queda descrito y reivindicado en la
presente Memoria descriptiva que consta de cincuenta y ocho
páginas mecanografiadas y dibujos adjuntos.

10

Madrid, 25 de enero de 1.978
BERNARDO UNGRIA

p. v.



15

20

25

FE DE ERRATAS RELATIVAS A LA PATENTE DE INVENCION Nº 466329/2

En el enunciado de la primera página de la memoria descriptiva, donde pone "Un método..... de baja presión", lo correcto es "Un método.... de baja enegía".

Conforme
pe

FIG. 1

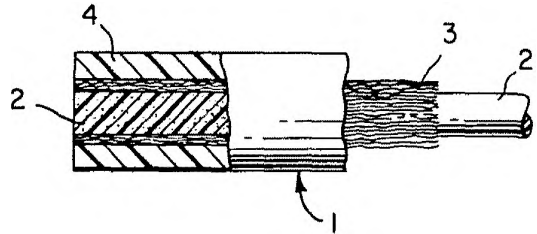


FIG. 2

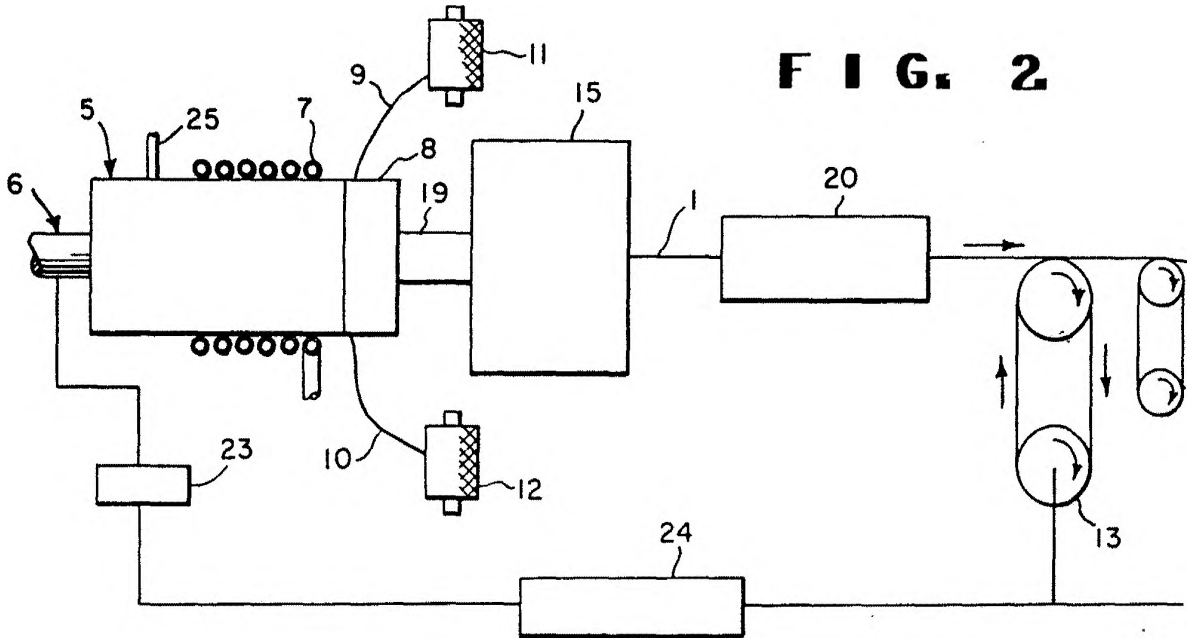


FIG. 3

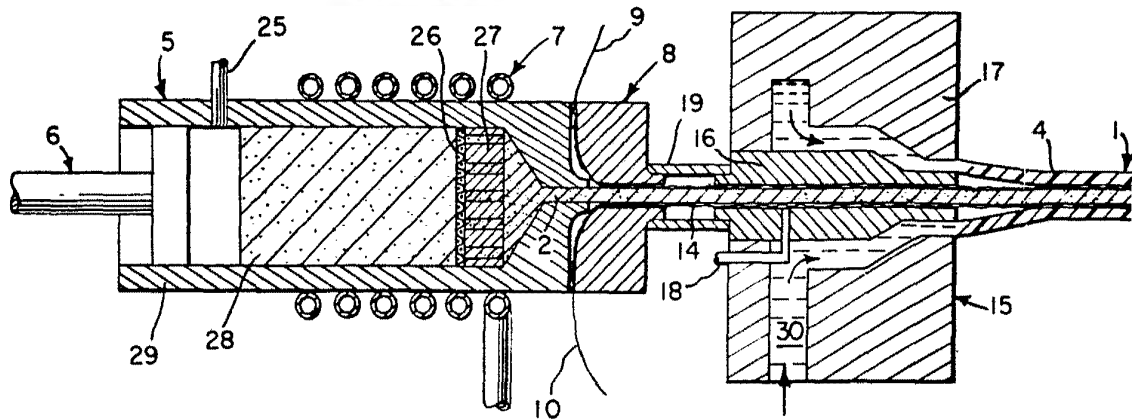


FIG. 4

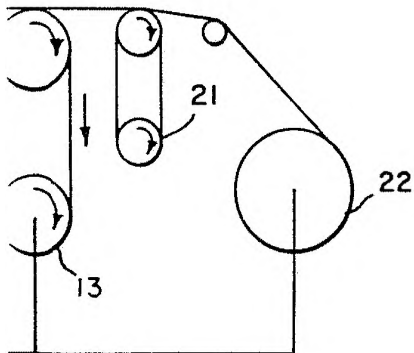
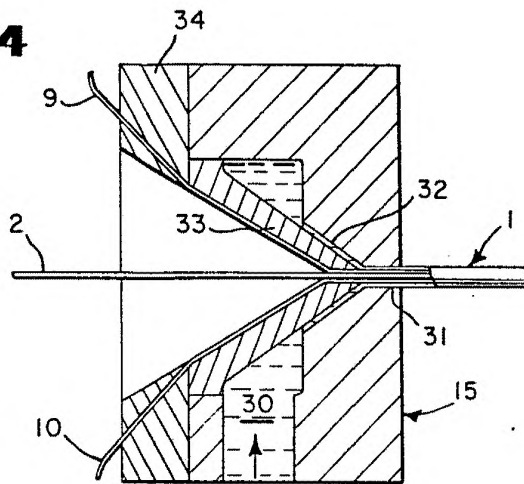
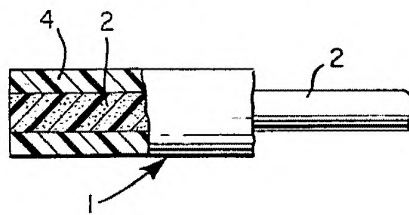
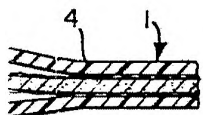


FIG. 5



.17



-15

ESCALA VARIABLE
Madrid, 25 mayo 1.978
BERNARDO UZARRA