

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 435 421**

51 Int. Cl.:

**F42D 1/10** (2006.01)

**C06B 21/00** (2006.01)

**C06B 47/14** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.09.2006 E 06849827 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **30.10.2013 EP 1941231**

54 Título: **Método y sistema para la fabricación y el suministro de un explosivo en emulsión**

30 Prioridad:

**07.10.2005 US 246557**

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

**19.12.2013**

73 Titular/es:

**ORICA NORWAY AS (100.0%)  
Røykenveien 18, 3427 Gullaug  
0626 Lier , NO**

72 Inventor/es:

**HALANDER, JOHN, B.;  
NELSON, CASEY, L. y  
BONNER, CLARK, D.**

74 Agente/Representante:

**UNGRÍA LÓPEZ, Javier**

**ES 2 435 421 T3**

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

**DESCRIPCIÓN**

Método y sistema para la fabricación y el suministro de un explosivo en emulsión

**5 Antecedentes y técnica relacionada**

La presente invención se refiere, en general, a explosivos y sistemas de suministro de explosivos y, más en particular, a un método y sistema para la fabricación, sensibilización y suministro de un explosivo en emulsión, ya sea en el sitio, en una planta, o bien en otra ubicación prevista.

10 En la técnica se conocen sistemas de fabricación y de suministro de explosivo en emulsión en el sitio. Estos sistemas utilizan varios ingredientes en fase de solución de oxidante y de combustible, junto con varios sensibilizadores, agentes de reducción de densidad y otros ingredientes, para formar un explosivo en emulsión. El sistema utilizado para formar la emulsión y para preparar la misma para su suministro comprende normalmente  
15 varias combinaciones de bombas mecánicas, mezcladoras y otros sistemas. Además, una vez que se forma la emulsión, se requiere de una bomba de suministro mecánico, tal como una bomba de cavidad progresiva, para suministrar realmente la emulsión. La bomba de suministro mecánico recibe la emulsión formada y tiene la función de transportar de manera mecánica la emulsión a la ubicación prevista, tal como en sentido descendente más allá de un orificio de perforación.

20 Normalmente, en el punto de suministro, la emulsión se sensibiliza o se está volviendo sensible como un explosivo en emulsión. Por lo tanto, cualquier entrada mecánica en el explosivo en emulsión, tal como la entrada mecánica a partir de una bomba de suministro, aumenta de manera no deseable los riesgos implicados en el suministro. Además, la adición de una bomba de suministro aumenta de manera significativa el coste en el transporte del  
25 explosivo en emulsión hasta la ubicación prevista.

**Sumario**

30 El documento US 4 491 489 divulga un método y unos medios para fabricar un explosivo en forma de emulsión.

En vista de los problemas y de las deficiencias inherentes en la técnica anterior, la presente invención busca superar estos mediante la provisión de un sistema de fabricación y de suministro de emulsión, donde se usa un sistema de suministro sin bomba para transportar o suministrar el producto en emulsión final.

35 De acuerdo con la invención, tal como se realiza y se describe ampliamente en el presente documento, la presente invención presenta un método para la fabricación y el suministro de un explosivo en emulsión que tiene una fase de solución de oxidante discontinua, una fase de combustible continua y un emulsionante, comprendiendo el método:  
40 (a) proveer un sistema de fabricación de emulsión; (b) transportar una fase de solución de oxidante al sistema de fabricación de emulsión a una presión predeterminada; (c) transportar una fase de combustible al sistema de fabricación de emulsión a una presión predeterminada; (d) formar una emulsión a partir de la solución de oxidante y las fases de combustible usando solo una porción de las presiones predeterminadas con el fin de proveer una presión residual útil después de la formación de la emulsión; y (e) utilizar la presión residual para suministrar de manera no mecánica la emulsión en una ubicación predeterminada.

45 La presente invención también presenta un método para formar y suministrar un explosivo en emulsión que tiene una fase de solución de oxidante discontinua, una fase de combustible continua y un emulsionante, preferiblemente como parte de la fase de combustible, donde el método comprende: (a) transportar una fase de solución de oxidante al interior de una cámara de mezclado a una presión predeterminada; (b) transportar una fase de combustible al interior de la cámara de mezclado, también a una presión predeterminada; (c) proveer un emulsionante en el interior  
50 de la cámara de mezclado; (d) dar lugar, de manera no mecánica, a que la fase de combustible y por lo menos una porción de la fase de solución de oxidante colisionen la una con la otra con suficiente fuerza para formar una emulsión en presencia del emulsionante; (e) someter a esfuerzo cortante, de manera no mecánica, la emulsión para fines de refinado adicional y para obtener una viscosidad deseada; y (f) suministrar, de manera no mecánica, la emulsión a una ubicación predeterminada mediante el uso de una presión residual de las etapas de transportar, dar  
55 lugar a, y someter a esfuerzo cortante, siendo capaz la presión residual de suministrar la emulsión a la ubicación predeterminada sin la necesidad de entrada mecánica adicional.

La presente invención presenta de manera más específica un método para formar y suministrar un explosivo en emulsión que tiene una fase de solución de oxidante discontinua, una fase de combustible continua y un emulsionante, donde el método comprende: (a) transportar una fase de solución de oxidante a través de una primera boquilla al interior de una cámara de mezclado; (b) transportar una fase de combustible a través de una segunda boquilla al interior de la cámara de mezclado; (c) proveer un emulsionante en el interior de la cámara de mezclado; (d) orientar las boquillas primera y segunda en una posición de contraposición, de tal modo que por lo menos una porción de la fase de solución de oxidante y la fase de combustible colisionen la una con la otra con suficiente fuerza para formar una emulsión de combinación previa en presencia del emulsionante; (e) forzar la emulsión de combinación previa a través de una tercera boquilla; (f) dar lugar a que la emulsión que sale de la tercera boquilla

- colisione con una segunda porción de la fase de solución de oxidante que se está transportando a través de una cuarta boquilla con suficiente fuerza para formar una emulsión más equilibrada en oxígeno; (g) forzar la emulsión a través de una quinta boquilla para espesar y refinar la emulsión; (h) someter a esfuerzo cortante la emulsión para lograr una viscosidad deseada y formar un producto en emulsión listo para su suministro; y (i) suministrar el producto en emulsión a una ubicación predeterminada, teniendo lugar las etapas de transportar a suficiente presión con el fin de efectuar las etapas de orientar, forzar y someter a esfuerzo cortante, así como proveer una presión residual capaz de suministrar el producto en emulsión a una ubicación predeterminada sin la necesidad de entrada mecánica adicional.
- 5
- 10 La presente invención presenta además un sistema para la fabricación y el suministro de una emulsión que comprende: (a) un sistema de fabricación de emulsión; (b) una primer fuente de presión configurada para transportar una fase de solución de oxidante al sistema de fabricación de emulsión a una presión predeterminada; (c) una segunda fuente de presión configurada para transportar una fase de combustible al sistema de fabricación de emulsión, usando el sistema de fabricación de emulsión solo una porción de la presión predeterminada para formar una emulsión de las fases de combustible y de solución de oxidante con el fin de proveer una presión residual útil; y (d) un sistema de suministro no mecánico configurado para utilizar la presión residual para suministrar el producto en emulsión a una ubicación predeterminada.
- 15
- 20 La presente invención presenta, más adicionalmente, un sistema para formar y suministrar una emulsión que comprende: (a) una primera fuente de presión configurada para transportar una fase de solución de oxidante al interior de una primera cámara de mezclado; (b) una segunda fuente de presión configurada para transportar una fase de combustible al interior de la primera cámara de mezclado, incluyendo la fase de combustible un emulsionante; (c) unos medios para combinar, de manera no mecánica, por lo menos una porción de la fase de solución de oxidante con la fase de combustible, donde se da lugar a que la fase de solución de oxidante colisione con la fase de combustible dentro de la primera cámara de mezclado y con suficiente fuerza para formar una emulsión en presencia del emulsionante; (d) unos medios para combinar, de manera no mecánica, la emulsión con una segunda porción de la fase de solución de oxidante, donde se da lugar a que la emulsión colisione con la segunda porción de la fase de solución de oxidante dentro de una segunda cámara de mezclado con suficiente fuerza y energía para formar una emulsión más equilibrada en oxígeno; (e) unos medios para refinar y tratar la emulsión para formar un producto en emulsión listo para su suministro; y (f) un sistema de suministro no mecánico configurado para suministrar el producto en emulsión a una ubicación predeterminada usando una presión residual a partir de las fuentes de presión primera y segunda.
- 25
- 30
- 35 En una realización a modo de ejemplo, los medios para combinar, de manera no mecánica, por lo menos una porción de la fase de solución de oxidante con la fase de combustible comprenden; (i) una primera boquilla configurada para transportar la fase de solución de oxidante; y (ii) una segunda boquilla configurada para transportar la fase de combustible, estando orientadas las boquillas primera y segunda en una posición de contraposición la una con respecto a la otra con el fin de dar lugar a que la solución de oxidante colisione con la fase de combustible.
- 40
- 45 En otra realización a modo de ejemplo, los medios para combinar, de manera no mecánica, por lo menos una porción de la fase de solución de oxidante con la fase de combustible comprenden una mezcladora estática. En aún otra realización a modo de ejemplo, los medios para combinar, de manera no mecánica, por lo menos una porción de la fase de solución de oxidante con la fase de combustible comprenden una combinación de boquilla y de mezcladora estática, donde las fases se deflectan con respecto a una superficie para mezclado indirecto.
- 50
- 55 En una realización a modo de ejemplo, los medios para combinar, de manera no mecánica, la emulsión con una segunda porción de la fase de solución de oxidante comprenden: (i) una tercera boquilla configurada para transportar la emulsión; y (ii) una cuarta boquilla configurada para transportar una segunda porción de la fase de solución de oxidante, estando orientadas las boquillas tercera y cuarta en una posición de contraposición con el fin de dar lugar a que la emulsión colisione con la segunda porción de la fase de solución de oxidante dentro de la segunda cámara de mezclado. De forma similar a lo anterior, los medios para combinar, de manera no mecánica, la emulsión con una segunda porción de solución de oxidante pueden comprender una mezcladora estática o una combinación de boquilla y de mezcladora estática.
- 60
- 65 En una realización a modo de ejemplo, los medios para refinar comprenden una quinta boquilla configurada para recibir la emulsión a partir de la segunda cámara de mezclado, donde la quinta boquilla tiene la función de refinar la emulsión para aumentar su viscosidad para su suministro.
- En una realización a modo de ejemplo, los medios para refinar la emulsión comprenden una sexta boquilla configurada para mezclar un agente de reducción de densidad introducido en la emulsión con el fin de formar una pluralidad de burbujas de gas en la misma. El agente de reducción de densidad tiene la función de reducir la densidad en la emulsión con el fin de formar una pluralidad de burbujas de gas en la misma. El agente de reducción de densidad tiene la función de reducir la densidad de, y de sensibilizar la emulsión antes de, y durante, el suministro.

**Breve descripción de los dibujos**

La presente invención será más completamente evidente a partir de la siguiente descripción y reivindicaciones adjuntas, tomadas junto con los dibujos adjuntos. Entendiendo que estos dibujos meramente describen realizaciones a modo de ejemplo de la presente invención, por lo tanto, tastos no han de considerarse limitantes de su alcance. Se apreciará fácilmente que los componentes de la presente invención, tal como se describe e ilustra en general en las figuras en el presente documento, pueden disponerse y diseñarse en una amplia variedad de diferentes configuraciones. Sin embargo, la invención se describirá y se explicará de manera más específica y con mayor detalle a través del uso de los dibujos adjuntos, en los cuales:

La figura 1 ilustra un diagrama de bloques de un sistema de fabricación y de suministro sin bomba de emulsión general, de acuerdo con una realización a modo de ejemplo de la presente invención;

La figura 2 ilustra un diagrama esquemático general de un sistema de fabricación y de suministro sin bomba de emulsión, de acuerdo con una realización a modo de ejemplo de la presente invención;

La figura 3 ilustra un diagrama esquemático detallado de un sistema de fabricación y de suministro sin bomba de emulsión, de acuerdo con una realización a modo de ejemplo de la presente invención;

La figura 4 ilustra una vista esquemática detallada de una porción del sistema de fabricación y de suministro sin bomba de emulsión de la figura 3;

La figura 5 ilustra una vista lateral en corte detallada de una boquilla usada para refinar una emulsión de acuerdo con una realización a modo de ejemplo; y

La figura 6 ilustra una representación gráfica del nivel de presión en el interior del sistema en cada etapa de fabricación, y la presión residual que existe justo antes del suministro del producto en emulsión.

**Descripción detallada de realizaciones a modo de ejemplo**

La siguiente descripción detallada de realizaciones a modo de ejemplo de la invención hace referencia a los dibujos adjuntos, que forman una parte de la misma y en la que se muestran, a manera de ilustración, realizaciones a modo de ejemplo en las cuales se puede practicar la invención. A pesar de que estas realizaciones a modo de ejemplo se describen con suficiente detalle para permitir que los expertos en la materia practiquen la invención, se deberá entender que pueden realizarse otras realizaciones y que pueden hacerse varios cambios sin alejarse del alcance de la presente invención. Por lo tanto, no se pretende que la siguiente descripción más detallada de las realizaciones de la presente invención, tal como se representan en las figuras 1 a 6, limite el alcance de la invención, tal como se reivindica, sino que se presenta solo para fines de ilustración y no de limitación para describir los aspectos y características de la presente invención, para exponer el mejor modo de funcionamiento de la invención y para permitir suficientemente que un experto en la materia practique la invención. En consecuencia, el alcance de la presente invención se definirá solo por las reivindicaciones adjuntas.

La siguiente descripción detallada y realizaciones a modo de ejemplo de la invención se entenderán mejor con referencia a los dibujos adjuntos, donde los elementos y aspectos de la invención se designan mediante números a través de la totalidad de la misma.

La presente invención describe un método para fabricar un producto en emulsión explosivo en el sitio o en una planta, donde el explosivo en emulsión comprende una fase de solución de oxidante discontinua, una fase de combustible continua y un emulsionante. La presente invención además describe un método y sistema para suministrar la emulsión fabricada usando la presión residual a partir de la fabricación de la emulsión, proveyendo de este modo un sistema de suministro sin bomba, donde una bomba mecánica, u otra estructura, se elimina y no se requiere para suministrar el producto en emulsión a una ubicación prevista.

La presente invención provee varias ventajas importantes sobre los sistemas de fabricación y de suministro de emulsión relacionados anteriores, algunos de los cuales se enumeran en el presente documento y a través de la totalidad de la siguiente descripción más detallada. Cada una de las ventajas enumeradas será evidente en vista de la descripción detallada que se expone en lo sucesivo, con referencia a los dibujos adjuntos. No se pretende que estas ventajas sean limitantes en modo alguno. De hecho, un experto en la materia apreciará que pueden realizarse otras ventajas, diferentes de aquellas que se enumeran de manera específica en el presente documento, al practicar la presente invención. Una ventaja particular es la capacidad de suministrar un producto en emulsión usando una presión residual que queda de los procesos de fabricación y de refinado de emulsión. Esto permite que se eliminen las bombas mecánicas costosas y otro equipo usado con dichas bombas. Expresado de otra manera, la presente invención contempla un sistema de suministro sin bomba tal como se enseña en el presente documento.

De forma preliminar, se deberá entender que el término "sin bomba" tal como se usa en el presente documento, quiere decir un sistema de suministro sin bomba, y de manera más específica, un sistema de suministro que no

utiliza una bomba mecánica separada sobre el producto en emulsión formado en la etapa de suministro. De hecho, por sin bomba, se pretende que el producto en emulsión terminado o el explosivo en emulsión listo para su suministro no se alimente o se transporte de otra manera a un sistema de suministro mecánico, tal como una bomba, sino que se suministre usando solo la presión residual restante en el sistema después de que han tomado  
 5 lugar los procesos de fabricación y de refinado. El sistema de suministro se configura de manera operativa para extraer y usar la presión residual para suministrar la emulsión. Por lo tanto, aunque los sistemas de transporte iniciales usados para transportar la fase de solución de oxidante y combustible o fase de combustible al sistema de fabricación pueden comprender bombas mecánicas o algunos de los medios de transporte mecánico, dichas bombas solo se usan en materias primas (por ejemplo, las fases de solución de oxidante y de combustible), y por lo  
 10 tanto, el sistema de suministro real, no comprende cualesquiera medios de suministro mecánico, pero en su lugar utiliza la presión residual en el sistema.

Se deberá entender que el término “colisionar” tal como se usa en el presente documento, quiere decir la unión física de dos o más corrientes de entrada para fines de mezclado o combinación. Por lo tanto, dos o más corrientes de  
 15 entrada pueden colisionar directa o indirectamente la una con la otra. Un ejemplo de la colisión directa puede comprender dos boquillas contrapuestas, donde las boquillas se orientan de tal modo que las corrientes que salen de cada boquilla impactan la una con la otra a medida que salen de las aberturas de boquilla. Un ejemplo de colisión indirecta puede comprender una mezcladora estática, donde se da lugar a que dos o más corrientes se mezclen la una con la otra a medida que entran en contacto con los estatores de la mezcladora estática. Los ejemplos de  
 20 corrientes que pueden colisionar la una con la otra incluyen una fase de solución de oxidante y una fase de combustible, una fase de solución de oxidante y un combustible en presencia de un emulsionante introducido directamente, una emulsión y una segunda porción de la fase de solución de oxidante, y otros.

Con referencia a la figura 1, se ilustra un diagrama de bloques de un sistema de la presente invención para la  
 25 fabricación y el suministro de un producto en emulsión o explosivo en emulsión (en lo sucesivo en el presente documento, sistema de fabricación y de suministro de emulsión 10), de acuerdo con una realización a modo de ejemplo de la presente invención. El sistema de fabricación y de suministro de emulsión 10 comprende una primera fuente, o una de presión de combustible o de fase de combustible 16 en comunicación de fluidos con un depósito de combustible o de fase de combustible 12 que se configura para suministrar un combustible o fase de combustible a  
 30 la fuente de presión de combustible o de fase de combustible 16, y una segunda fuente, o una de presión de fase de solución de oxidante 20 en comunicación de fluidos con un depósito de fase de solución de oxidante 14 que se configura para suministrar una fase de solución de oxidante a la fuente de presión de fase de solución de oxidante 20. Cada una de las fuentes de presión primera y segunda 16 y 20 puede acoplarse eléctricamente con, y accionarse por, una fuente de potencia para proveer una presión. Como alternativa, las fuentes de presión primera y  
 35 segunda 16 y 20 pueden configurarse para proveer presión hidráulica o neumática, así como presión usando gravedad.

De manera más específica, las fuentes de presión primera y segunda 16 y 20 se configuran para proveer un  
 40 transporte de alta presión del combustible o fase de combustible y la fase de solución de oxidante, respectivamente, de tal modo que sigue existiendo una presión residual para suministrar un producto en emulsión formado a una ubicación prevista o predeterminada. En una realización a modo de ejemplo, las fuentes de presión primera y segunda 16 y 20 pueden comprender bombas mecánicas capaces de transportar el combustible o fase de combustible y la fase de solución de oxidante a unas presiones y caudales predeterminados. En otra realización a modo de ejemplo, las fuentes de presión primera y segunda 16 y 20 pueden comprender recipientes de presión  
 45 neumática configurados para hacer lo mismo. En aún otra realización a modo de ejemplo, las fuentes de presión primera y segunda 16 y 20 pueden comprender un sistema mediante el cual cada uno del combustible o fase de combustible y la fase de solución de oxidante se liberan a partir de una ubicación elevada, siendo transportados de este modo por la gravedad. El sistema de gravedad también se configura, preferiblemente, para transportar estos a unas presiones y caudales predeterminados. La presión predeterminada será suficiente para proveer una presión residual útil para el suministro del producto en emulsión final.  
 50

Las fuentes de presión primera y segunda 16 y 20 se configuran de manera específica para transitar un combustible o fase de combustible y una fase de solución de oxidante, respectivamente, a un sistema de fabricación o de  
 55 formación de emulsión 24 configurado para formar un explosivo en emulsión o producto en emulsión, donde el producto en emulsión comprende una fase de solución de oxidante discontinua y una fase de combustible continua. El sistema de fabricación de emulsión 24 es, preferiblemente, un sistema no mecánico, lo que quiere decir que ninguno de los diferentes componentes o sistemas que constituyen el sistema de fabricación de emulsión 24 utilizan dinámica mecánica. Esto es ventajoso porque ninguna emulsión se somete a entrada mecánica mientras se está formando. El sistema de fabricación de emulsión 24 comprende uno o más sistemas de combinación configurados  
 60 para mezclar o combinar el combustible o fase de combustible con la fase de solución de oxidante para formar una emulsión en presencia de un emulsionante.

En el presente documento se observa, de manera específica, que la presente invención contempla, en una  
 65 realización a modo de ejemplo preferida, que el combustible incluya o contenga el emulsionante, existiendo de este modo como una fase de combustible. La presente invención también contempla, en otra realización a modo de ejemplo, que el combustible no incluya el emulsionante. En la presente realización, el emulsionante puede

introducirse directamente en el sistema de fabricación de emulsión, o bien corriente arriba de o bien directamente en la cámara de mezclado en el momento en el que el combustible (no en fase de combustible debido a que no está presente ningún emulsionante) colisiona con la fase de solución de oxidante. La introducción inicial del emulsionante puede ser en cualquier ubicación predeterminada, incluyendo directamente en la cámara de mezclado, o en otra ubicación en la cual se dirige subsiguientemente a la cámara de mezclado. En ambas de estas u otras realizaciones obvias, el sistema de fabricación de emulsión se configura para dar lugar a que el combustible se mezcle con la fase de solución de oxidante en presencia del emulsionante, para formar una emulsión. El método preferido es contener al emulsionante en el combustible, dando lugar de este modo a que el combustible exista como una fase de combustible. En ese sentido, la mayor parte del siguiente análisis se dirigirá hacia la realización en la que el emulsionante está contenido dentro del combustible, donde el combustible se encuentra en una fase de combustible.

Una vez que se forma la emulsión, o aún durante su formación desde un primer estado a un estado de producto final listo para su suministro, la emulsión puede experimentar varios refinados y / o tratamientos en el sistema de refinado y de tratamiento de emulsión 28. Por ejemplo, la emulsión se puede someter a la solución de oxidante adicional para equilibrar el oxígeno en la misma, en el caso de que las fases de solución de oxidante se dividan para simplificar la formación de la emulsión. La emulsión también puede someterse a esfuerzo cortante para espesar la emulsión (es decir, disminuir el tamaño de gota de la fase de solución de oxidante) y para obtener una viscosidad deseada. La emulsión además puede tener un elemento traza introducido en el mismo, tal como un agente de reducción de densidad, para sensibilizar la emulsión. Para ayudar en su suministro, un anillo de agua además puede colocarse alrededor de la emulsión. De hecho, hay muchos refinados y tratamientos que puede experimentar la emulsión antes de o durante su suministro. Los que se mencionan en el presente documento, y otros, serán evidentes para un experto en la materia.

Después de que se ha formado la emulsión y se encuentra en su estado de producto final, la emulsión esta lista para su suministro por el sistema de suministro de emulsión sin bomba 32. Tal como se describirá de manera más específica en lo sucesivo, el sistema de suministro de emulsión 32 es un sistema no mecánico que usa presión y velocidad de flujo para suministrar la emulsión, presión que es una presión residual a partir de las fuentes de presión primera y segunda 16 y 20. A diferencia de los sistemas relacionados anteriores, el sistema de suministro de la presente invención 32 no contiene una bomba de emulsión, ni sistema o dispositivo mecánico similar o equivalente alguno, para bombear o transportar de manera mecánica la emulsión a la ubicación predeterminada. En su lugar, tal como se indica, las fuentes de presión primera y segunda 16 y 20 se configuran para transportar las fases a unas presiones predeterminadas que son lo bastante altas con el fin de suministrar o facilitar las presiones que pueden utilizarse por el sistema de fabricación de emulsión 24 para formar la emulsión, así como el sistema de refinado y de tratamiento de emulsión 28 para refinar la emulsión. Además, y a diferencia de los sistemas relacionados anteriores que proveen algún tipo de entrada mecánica para suministrar el producto en emulsión, de tal manera que existe una presión residual útil por el sistema de suministro de emulsión 32 para suministrar la emulsión a la ubicación predeterminada prevista sin la necesidad de entrada mecánica adicional. Por lo tanto, el sistema de suministro 32 se configura para proveer un suministro no mecánico de la emulsión, lo que, como se analizará en lo sucesivo, es ventajoso con respecto a los sistemas de suministro del tipo mecánico relacionados anteriores, tales como aquellos que utilizan una o más bombas para transportar el producto en emulsión final a la ubicación prevista.

El sistema de fabricación y de suministro de emulsión 10 se configura para comprender una presión inicial en cada una de las fuentes de presión de primera fase o de combustible y de segunda fase o de solución de oxidante 16 y 20. Tienen lugar varias caídas de presión en el interior del sistema a medida que se transportan estas fases y se da lugar a que formen una emulsión. Otras caídas de presión tienen lugar durante el refinado y tratamiento de la emulsión. Sin embargo, el sistema 10 se configura de tal modo que las caídas de presión no son suficientes para expulsar la presión antes de suministrar la emulsión al sistema de suministro 32. Expresado de otra manera, el sistema 10 se configura con una cantidad suficiente de presión inicial de tal modo que después de cada caída de presión que tiene lugar antes del suministro, sigue quedando una presión residual suficiente para efectuar el suministro del producto en emulsión final a la ubicación predeterminada prevista, haciendo de este modo el sistema de suministro un sistema de suministro sin bomba o no mecánico tal como se define en el presente documento. La provisión de una presión residual en la etapa de suministro para fines de suministro tiene la función de permitir el suministro no mecánico de presión inducida del producto en emulsión final, que también tiene la función de eliminar la necesidad de un sistema o dispositivo de suministro mecánico, tal como una bomba de emulsión (por ejemplo, una bomba de cavidad progresiva), común en muchos sistemas relacionados anteriores. Mediante la eliminación de la bomba de emulsión, también se puede eliminar un sistema de apagado seguro correspondiente requerido en general en la totalidad de tales bombas. Mediante la eliminación de estos componentes, no hay entrada mecánica a un producto explosivo, haciendo de este modo más seguro el suministro del explosivo en emulsión. Además, se hacen posibles unos ahorros de costes significativos.

Con referencia a la figura 2, se ilustra un sistema de fabricación y de suministro de emulsión general 10, de acuerdo con una realización a modo de ejemplo de la presente invención. El sistema de fabricación y de suministro de emulsión 10 comprende una primera fuente de presión en forma de una bomba de fase de combustible 16 que se encuentra en comunicación de fluidos con un depósito de fase de combustible 12 configurada para suministrar una fase de combustible a la bomba de fase de combustible 16 a través de la línea de suministro 42. Una segunda fuente de presión en forma de una bomba de fase de solución de oxidante 20 se encuentra en comunicación de

fluidos con un depósito de solución de oxidante 14 configurado para suministrar una fase de solución de oxidante a la bomba de fase de solución de oxidante 20 a través de la línea de suministro 46. Cada una de las bombas 16 y 20 pueden acoplarse eléctrica, neumática o hidráulicamente a, y accionarse por, una fuente de potencia 2.

5 La bomba de fase de combustible 16 se configura para transportar la fase de combustible, a una presión predeterminada, a través de la línea de suministro 58 a un primer sistema de combinación 66. De forma similar, la bomba de fase de oxidante 20 se configura para transportar por lo menos una porción de la fase de solución de oxidante, también a una presión predeterminada, al primer sistema de combinación 66 a través de la línea de suministro 62, así como, si se desea, a un segundo sistema de combinación opcional 74 a través de la línea de suministro 64. Además, un sistema a modo de ejemplo puede dividir la fase de solución de oxidante 60 / 40, con el 40 % de llenado al primer sistema de combinación 66 y el 60 % de llenado al segundo sistema de combinación 74. Desde luego, la división en porcentaje puede variar de sistema a sistema o según sea necesario y, por lo tanto, la división de 60 / 40 a la que se hace referencia en el presente documento no se deberá interpretar en modo alguno como limitante.

15 Los sistemas de combinación primero y segundo 66 y 74 se configuran para mezclar la fase de solución de oxidante con la fase de combustible para formar una emulsión. El primer sistema de combinación 66 se configura con unos medios para combinar, de manera no mecánica, por lo menos una porción de la fase de solución de oxidante con la fase de combustible, donde se da lugar a que la fase de solución de oxidante colisione con la fase de combustible dentro de una primera cámara de mezclado y con suficiente fuerza para formar una emulsión en presencia de un emulsionante. Esto se realiza de forma ventajosa usando uno o más medios no mecánicos. La emulsión formada es una emulsión de combinación previa rica en combustible, debido a que solo se permite que una porción de la fase de solución de oxidante se mezcle con la fase de combustible. Los medios no mecánicos para mezclar las fases de solución de oxidante y de combustible pueden comprender unas boquillas contrapuestas, mezcladoras estáticas, combinaciones de estas, y otros dispositivos o conjuntos capaces de dar lugar a que la fase de combustible colisione y se mezcle con la fase de solución de oxidante para formar la emulsión rica en combustible. Cada uno de estos se analiza con mayor detalle en lo sucesivo. En esencia, no obstante, el primer sistema de combinación 66 provee suficiente presión y, por lo tanto, energía, de tal modo que las dos fases colisionan la una con la otra, se crea o forma una emulsión. La fuerza que se requiere o la presión que se necesita para crear la emulsión dependerá de varios factores, tal como la configuración del sistema, el tamaño de los componentes que se accionan dentro del sistema, la temperatura, el emulsionante usado, etc. Una vez que se forma la emulsión, puede pasar por varios refinados para lograr un producto en emulsión final listo para su suministro. También se analizan en lo sucesivo varios procedimientos de refinado a modo de ejemplo.

35 El segundo sistema de combinación 74 se encuentra en comunicación de fluidos con el primer sistema de combinación 66 para recibir la emulsión de combinación previa rica en combustible formada en la misma. El segundo sistema de combinación 74 también se encuentra en comunicación de fluidos con la bomba de fase de solución de oxidante 20 para recibir la segunda porción, o restante, de la fase de solución de oxidante no transportada al primer sistema de combinación 66. El segundo sistema de combinación 74 por lo tanto se configura con medios para combinar, de manera no mecánica, la emulsión de combinación previa, rica en combustible con una segunda porción de la fase de solución de oxidante, donde se da lugar a que la emulsión de combinación previa, rica en combustible, colisione con la segunda porción de la fase de oxidante dentro de una segunda cámara de mezclado con suficiente fuerza y energía para formar una emulsión más equilibrada en oxígeno que la emulsión rica en combustible formada en el primer sistema de combinación 66. Los medios no mecánicos para combinar la emulsión de combinación previa rica en combustible con la segunda porción de la solución de oxidante pueden comprender, de forma similar, unas boquillas contrapuestas, mezcladoras estáticas, combinaciones de estas y otros dispositivos o conjuntos.

50 En el presente documento se observa que los sistemas de combinación primero y segundo 66 y 74 no son similares a los sistemas de combinación convencionales o dispositivos usados en los sistemas relacionados anteriores, los cuales tienen una naturaleza mecánica. En su lugar, se pretende que los sistemas de combinación de la presente invención no sean mecánicos, y de manera más específica, son aquellos capaces de recibir las fases de solución de oxidante y de combustible bajo alta presión y dando lugar a que la fase de combustible colisione con la fase de solución de oxidante para formar una emulsión y a que la emulsión colisione con la porción restante de la fase de solución de oxidante, usando solo la presión en el interior del sistema según se provee por las fuentes de presión. Además, dependiendo de la configuración de los sistemas de combinación 66 y 74, la colisión de las diversas fases de solución de oxidante y de combustible la una con la otra, o la emulsión rica en combustible con la fase de solución de oxidante restante puede ser directa (tal como en el caso de unas boquillas contrapuestas en línea la una con la otra o en una ligera inclinación) o indirecta (tal como en el caso de una combinación de boquilla y de mezcladora estática donde se da lugar a que los materiales entrantes se deflecten con respecto a una o más superficies). De nuevo, cada uno de estos se analiza con mayor detalle en lo sucesivo.

65 En algún punto durante las etapas de fabricación, la emulsión puede sufrir refinado o tratamiento para obtener un producto en emulsión más adecuado listo para su suministro. El sistema de refinado y de tratamiento 28 tiene la función de realizar cualquier refinado necesario de la emulsión. Tal como se puede observar, la emulsión puede refinarse parcialmente mientras que se encuentra en el segundo sistema de combinación 74 (que se ilustra por las

líneas discontinuas), o en un sistema separado en su conjunto. En el presente documento se analizan ejemplos de procesos de refinado.

5 El sistema de suministro 32 se configura para utilizar la presión residual restante en el sistema a partir de las fuentes de presión primera y segunda para suministrar la emulsión a una ubicación predeterminada, tal como un orificio de perforación o en una planta. En el presente documento se contempla cualquier sistema capaz de transportar o distribuir de manera no mecánica el producto en emulsión final a la ubicación prevista usando la presión residual en el sistema.

10 Con referencia a las figuras 3 y 4, se ilustra un sistema de fabricación y de suministro de emulsión en el sitio 210 de acuerdo con una realización a modo de ejemplo de la presente invención. Los diferentes componentes mostrados en la presente realización particular pueden alojarse dentro y soportarse por un camión u otro vehículo capaz de fabricar y suministrar el explosivo en emulsión producido en el sitio en la ubicación predeterminada.

15 Tal como se muestra, una fase de solución de oxidante se suministra a partir de un depósito de fase de solución de oxidante 214 a una bomba de solución de oxidante 220, que se muestra como una bomba mecánica. Antes de entrar en la bomba de solución de oxidante 220, la fase de solución de oxidante se pasa a través de un filtro 240. La bomba de solución de oxidante 220 tiene la función de transportar, a una alta presión, por lo menos una porción de la fase de solución de oxidante a un sistema de fabricación de emulsión 224 y, en particular, a una primera boquilla 272 situada en su interior. En la realización a modo de ejemplo que se muestra, las fases de solución de oxidante se divide o separa de tal modo que se transporta una porción a la primera boquilla 272 y una segunda porción se transporta a una cuarta boquilla 314 para usarse en etapas posteriores del proceso de fabricación de emulsión, cuyo propósito se describe en lo sucesivo. La división en porcentaje puede variar de sistema a sistema, pero normalmente implicará que entre un cuarenta y un sesenta por ciento (40 % - 60 %) vaya inicialmente de la primera boquilla 272 y que el cuarenta a sesenta por ciento restante (40 % - 60 %) vaya a la cuarta boquilla 314. Una separación o división de la fase de solución de oxidante tiene la función de facilitar la rápida formación de la emulsión a partir del combustible y las fases de solución de oxidante. Sin embargo, no se requiere la división de la fase de solución de oxidante. Se contempla que algunos sistemas formarán la emulsión dando lugar a que la fase de combustible colisione de manera simultánea con la totalidad de la fase de solución de oxidante.

20 Una fase de combustible, se suministra a partir de un depósito de fase de combustible 212 a una bomba de fase de combustible 216, que también se muestra como una bomba mecánica. Tal como se ha analizado en lo que antecede, en una realización a modo de ejemplo, el combustible incluye el emulsionante y, por lo tanto, es una fase de combustible. En otra realización a modo de ejemplo, el combustible no incluirá el emulsionante, sino que en su lugar se mezclará con un emulsionante introducido directamente. Antes de entrar en la bomba de fase de combustible 216, la fase de combustible se pasa a través de un filtro 274. La bomba de fase de combustible 216 tiene la función de transportar la fase de combustible al sistema de fabricación de emulsión 224 y, en particular, a una segunda boquilla 280 situada en la misma. Tal como se muestra, las boquillas primera y segunda 272 y 280 se orientan en una posición de contraposición la una con respecto a la otra, de tal modo que se da lugar a que la fase de solución de oxidante que sale de la primera boquilla 272 impacte o choque con la fase de combustible que sale de la segunda boquilla 280, preferiblemente en el interior de una cámara de mezclado, que se muestra como la primera cámara de mezclado 284. Dicho de otra forma, las boquillas primera y segunda 272 y 280 se orientan de tal modo que la fase de solución de oxidante colisiona con la fase de combustible. Las boquillas primera y segunda 272 y 280 pueden o no comprender estatores o mezcladoras estáticas situadas en su interior.

25 La bomba de solución de oxidante 220 se configura para transportar la fase de solución de oxidante a una presión y a una velocidad o caudal predeterminados, con el fin de dar lugar a que la fase de solución de oxidante salga de la primera boquilla 272 a una velocidad lo bastante alta como para que colisione con la fase de combustible, en presencia del emulsionante, esta lo hace con suficiente fuerza y presión y, por lo tanto, con suficiente energía para formar una emulsión rica en combustible de combinación previa. La energía necesaria para formar la emulsión puede resultar de la velocidad de las dos fases a medida que se transporta. La bomba de fase de combustible 216 también se configura para transportar la fase de combustible a una presión y a una velocidad o caudal predeterminados. Por lo tanto, la velocidad de las dos fases deberá ser suficiente para producir la energía que se requiere para formar la emulsión al mezclarse. La velocidad de la fase de solución de oxidante normalmente será bastante superior a la de la fase de combustible. Se observa que la emulsión de combinación previa rica en combustible en la presente realización particular se forma de manera no mecánica, lo que quiere decir sin entrada adicional a partir de un sistema o dispositivo mecánico tal como una mezcladora estática.

30 La emulsión formada al salir las fases de combustible y de solución de oxidante de las boquillas primera y segunda 272 y 280, respectivamente, y al colisionar la una con la otra se encuentra, en su mayor parte, sin refinar, o en su lugar es una combinación previa, y es una emulsión de concentración rica en combustible o de alta concentración de combustible debido a la concentración superior de la fase de combustible que se está mezclando con la fase de solución de oxidante. Sin embargo, tal como reconocerá un experto en la materia, y tal como se ha analizado en lo que antecede, no se requiere que la fase de solución de oxidante se divida antes de colisionar con la fase de combustible para formar una emulsión. Además, se puede formar una emulsión dando lugar a que el cien por ciento (100 %) de la solución de oxidante colisione o se mezcle con la fase de combustible para formar una emulsión

sustancialmente lista para su suministro.

Al formarse, la emulsión de combinación previa rica en combustible se fuerza, desde la primera cámara de mezclado 284, a través de una tercera boquilla 290, que es perpendicular a las boquillas primera y segunda 272 y 280, y que se encuentra en comunicación de fluidos con la primera cámara de mezclado 284 y/o las boquillas primera y segunda 272 y 280, usando energía disponible en el interior del sistema a partir de las bombas de solución de oxidante y de fase de combustible 216 y 220. En el presente documento se observa que la presión y energía que existen dentro del sistema usado para fabricar y suministrar la emulsión se provee por las bombas de solución de oxidante y de fase de combustible 216 y 220. Dicho de otra forma, las bombas 216 y 220 se configuran para proveer la totalidad de la presión o energía necesaria en el interior del sistema para transportar los productos que se usan para formar la emulsión, así como para facilitar el refinado de la emulsión para proveer un producto en emulsión. La presión se determina previamente para que sea suficiente para realizar la totalidad de las diferentes etapas del procesamiento a través de los sistemas de fabricación y de refinado 224 y 228. A pesar de que tienen lugar varias caídas de presión en las diversas etapas de los procesos de fabricación y de refinado, las bombas se configuran para tener esto en cuenta y proveen una suficiente presión residual para suministrar la emulsión después de que se han completado todas las etapas de fabricación y de refinado o tratamiento. Esta presión residual tiene la función de proveer un medio no mecánico para suministrar la emulsión a una ubicación prevista, tal como en sentido descendente más allá de un orificio de perforación.

A medida que la emulsión rica en combustible se transporta a través de la tercera boquilla 290, se da lugar a que salga a una segunda cámara de mezclado 318. La tercera boquilla 290 puede configurarse con una mezcladora estática o cualquier otro tipo de configuración para introducir un esfuerzo cortante en la emulsión, espesando y refinando de este modo en cierta medida la emulsión. Contrapuesta a la tercera boquilla 290 se encuentra una cuarta boquilla 314 configurada para transportar la porción restante de la fase de solución de oxidante, conforme se divide con respecto a la porción inicial de la fase de solución de oxidante, en la segunda cámara de mezclado 318 donde se da lugar a que impacte o, a que choque, con la emulsión rica en combustible. Dicho de otra forma, se da lugar a que la emulsión rica en combustible colisione con la porción restante de la fase de solución de oxidante en el interior de la segunda cámara de mezclado 318. De forma similar, la segunda porción, o restante, de la fase de solución de oxidante y la emulsión rica en combustible se transportan con suficiente presión y energía, de tal modo que tras colisionar la una con la otra en la segunda cámara de mezclado 318, se forma una emulsión más equilibrada en oxígeno.

Después de que la emulsión rica en combustible y la fase de solución de oxidante restante colisionen la una con la otra en la segunda cámara de mezclado 318, puede darse lugar a que la emulsión más equilibrada en oxígeno resultante salga de la misma y entre en el sistema de refinado y de tratamiento 228. De manera más específica, las etapas iniciales de refinado implican que la emulsión más equilibrada en oxígeno se fuerce a través de varias boquillas para fines de refinado adicionales, tales como para espesar la emulsión, para estabilizar la misma y para aumentar o ajustar de otro modo su viscosidad. Sin embargo, dependiendo de la configuración del sistema usado para formar la emulsión, puede o no ser necesario un refinado adicional. De hecho, los componentes y parámetros de sistema usados para formar la emulsión pueden producir un producto en emulsión final listo para su suministro, sin la necesidad de refinado adicional.

En una realización a modo de ejemplo, una quinta boquilla 322 puede incluirse y orientarse en perpendicular a las boquillas tercera y cuarta 290 y 314. La emulsión más equilibrada en oxígeno puede forzarse a través de la quinta boquilla 322, donde la emulsión en cierta medida se espesa y se aumenta su viscosidad. En la realización que se muestra, la quinta boquilla 322 comprende una mezcladora estática para introducir un esfuerzo cortante adicional en la emulsión. En lo sucesivo se analizan otros procesos de refinado y de tratamiento dentro del sistema de refinado y de tratamiento 228.

En otra realización a modo de ejemplo, después de forzarse a través de la quinta boquilla 322, la emulsión puede introducirse o transportarse a un ajustador de viscosidad o válvula de esfuerzo cortante 330, tal como una válvula Burkert. El propósito de la válvula de esfuerzo cortante 330 es realizar un refinado final de la emulsión, formando de este modo un producto en emulsión final, o explosivo en emulsión, listo para su suministro para llevar a cabo su función explosiva prevista. La válvula de esfuerzo cortante 330 se configura para introducir un esfuerzo cortante adicional en la emulsión durante un tiempo suficiente para lograr u obtener una viscosidad deseada. Pueden usarse otros tipos de sistemas, válvulas o dispositivos, diferentes de una válvula de esfuerzo cortante, para refinar la emulsión formada y formar un producto en emulsión final, tal como reconocerán los expertos en la materia. Por ejemplo, la válvula de esfuerzo cortante puede sustituirse por una serie de boquillas (que pueden o no tener un tamaño o configuración diferente) que tienen configuraciones de mezcladora estática en las mismas.

Al igual que con otras etapas de proceso, y si es necesario, se da lugar a que la emulsión salga de la quinta boquilla 322 y a que entre, y pase a través de, la válvula de esfuerzo cortante 330 usando la presión existente en el interior del sistema. Dicho de otra forma, no se requiere entrada mecánica alguna para mover o transportar la emulsión a, y a través de, la válvula de esfuerzo cortante 330.

Después de salir de la válvula de esfuerzo cortante 330, el producto en emulsión está listo para su suministro por el

sistema de suministro 234. En la realización que se muestra, el sistema de suministro 234 comprende una manguera de suministro 346 en comunicación de fluidos con la válvula de esfuerzo cortante 330 a través de una línea de suministro. La manguera de suministro 346 comprende una abertura 350 y una longitud suficiente con el fin de suministrar el producto en emulsión a la ubicación prevista o predeterminada, tal como un orificio de perforación, un paquete o un receptáculo. La manguera de suministro se soporta por un tambor de manguera 354 montado en un soporte, tal como un camión (que no se muestra) configurado para proveer que el tambor de manguera 354 se gire con el fin de enrollar y desenrollar la manguera de suministro 346. Una manivela común 356 puede usarse para girar el tambor de manguera 354.

Tal como se ha analizado en lo que antecede, de forma ventajosa, el sistema de suministro 234 usa la presión residual que existe en el interior del sistema para suministrar el producto en emulsión a la ubicación prevista. La cantidad de presión residual disponible para su uso en el suministro depende de las restricciones del sistema, las presiones iniciales en el interior de las fuentes de presión o bombas que suministran las fases de combustible y de solución de oxidante, y el número de caídas de presión que tienen lugar en el interior del sistema antes del suministro. En esencia, se pretende que el sistema se diseñe de tal modo que siga existiendo una presión residual. En tal caso, la presión no se agota durante los procesos de fabricación y de refinado. En la realización que se muestra, la salida de presión inicial de la bomba de fase de solución de oxidante 220 está entre  $3,25 \times 10^7$  y  $5,41 \times 10^7$  Pa (300 y 500 psig). La salida de presión inicial de la bomba de fase de combustible está entre  $3,25 \times 10^7$  y  $5,41 \times 10^7$  Pa (300 y 500 psig). Después de todas las caídas de presión debido al trabajo en la fabricación y el refinado de la emulsión, la presión residual está entre  $5,41 \times 10^6$  y  $2,71 \times 10^7$  Pa (50 y 250 psig), que es suficiente para suministrar el producto en emulsión final a la distancia que se requiere en sentido descendente más allá del orificio de perforación a través de la manguera de suministro 346. En una realización preferida, la fase de combustible y las fases de solución de oxidante circulan a aproximadamente  $3,79 \times 10^7$  Pa (350 psig). Las caídas de presión en el interior del sistema suman  $2,16 \times 10^7$  y  $2,71 \times 10^7$  Pa (200 - 250 psig), de tal modo que hay una presión residual útil de  $1,08 \times 10^7$  y  $1,62 \times 10^7$  Pa (100 - 150 psig) disponible para el suministro del producto en emulsión.

La figura 3 ilustra adicionalmente unos sistemas de refinado y de tratamiento adicionales. Por ejemplo, después de salir de la quinta boquilla 322 y antes de transportarse a la válvula de esfuerzo cortante 330, la emulsión puede sensibilizarse como un explosivo. En esta etapa de proceso, se introduce un agente de reducción de densidad en el sistema para reducir la densidad de la emulsión y para formar burbujas en la emulsión, aumentando de este modo su sensibilidad. Puede proveerse una bomba 380 que se configura para transportar el agente de reducción de densidad a un inyector 388 colocado corriente abajo con respecto a la quinta boquilla 322. El inyector 388 tiene la función de inyectar el agente de reducción de densidad en la emulsión que sale de la quinta boquilla 322. Una sexta boquilla 392 se usa para mezclar el agente de reducción de densidad con la emulsión antes de que se transporte esta a la válvula de esfuerzo cortante 330. La sexta boquilla 392 comprende una mezcladora estática en la misma para efectuar el mezclado del agente de reducción de densidad con la emulsión. Varios tipos y configuraciones de mezcladoras pueden implementarse para dar lugar a que el agente de reducción de densidad se mezcle con la emulsión con el fin de sensibilizar la emulsión. En cualquier caso, la función del agente de reducción de densidad es sensibilizar la emulsión como un explosivo mediante la formación de burbujas de gas diminutas en la misma.

En una realización a modo de ejemplo, el agente de reducción de densidad comprende un elemento traza en forma de un agente químico de gasificación o una variedad de agentes químicos de gasificación, estando configurado cada uno para reaccionar con la emulsión una vez que se han inyectado en la misma para formar burbujas diminutas en la emulsión. Los ejemplos de agente o agentes químicos de gasificación incluyen, pero no se limitan a, nitritos, peróxidos y carbonatos.

En otra realización a modo de ejemplo, el agente de reducción de densidad comprende un gas comprimido. El gas comprimido se introduce en la emulsión, haciendo lo cual tiene la función de introducir burbujas en la emulsión. Los ejemplos de gas comprimido incluyen, pero no se limitan a, nitrógeno, helio, argón y aire.

En el análisis anterior, el agente de reducción de densidad se introduce corriente abajo con respecto a la quinta boquilla 322. La presente invención contempla otros lugares de inyección. De manera específica, el agente de reducción de densidad puede inyectarse en una ubicación con el fin de eliminar la necesidad de la sexta boquilla 392. Por ejemplo, tal como se muestra, la bomba 380 puede configurarse para inyectar el agente de reducción de densidad en la segunda corriente de solución de oxidante, o restante, antes de su transporte a través de la cuarta boquilla 314 y al interior de la segunda cámara de mezclado 318. Como alternativa, el agente de reducción de densidad puede inyectarse directamente en la primera cámara de mezclado 284, donde la totalidad de la fase de combustible se combina con por lo menos una porción de la fase de solución de oxidante. En estos casos, el mezclado del agente de reducción de densidad con la emulsión se logrará durante las etapas de formación y de refinado. Otras ubicaciones pueden ser adecuadas para reducir de forma efectiva la densidad de la emulsión. Un tipo particular de inyector usado para inyectar el agente de reducción de densidad en el sistema puede comprender un silenciador de escape sinterizado de acero inoxidable. Además, el caudal del aire puede regularse para reducir la cantidad de salpicaduras.

La figura 3 ilustra adicionalmente un inyector de agua 410 configurado para colocar un anillo de agua alrededor del producto en emulsión antes de su suministro. El inyector de agua 10 se encuentra en comunicación de fluidos con

una fuente de agua 402 para recibir agua a partir de la misma, la cual también puede pasar a través de una válvula de retención 406. La ubicación del inyector de agua 410 se muestra corriente abajo con respecto a la válvula de esfuerzo cortante 330 y justo antes de que el producto en emulsión entre en el sistema de suministro 234. El anillo de agua se usa para ayudar al suministro del producto en emulsión a la ubicación prevista, tal como en sentido descendente más allá del orificio de perforación, tal como se entiende comúnmente en la técnica.

Se observa en el presente documento que el sistema de fabricación y de suministro de emulsión 210 comprende varias válvulas, medidores e indicadores para controlar y supervisar la actividad en el interior del sistema. Por ejemplo, en la línea de suministro que conecta de forma fluida la bomba de solución de oxidante 220 a la primera boquilla 272 se encuentran una válvula de descarga 244, un medidor de flujo 248, un indicador / transductor de presión 252, una válvula de globo 260, y una válvula de retención 268. Cada una de estas tiene la función de ayudar a los operadores del sistema en la fabricación y el suministro de la emulsión. En la línea de suministro que conecta de forma fluida la bomba de solución de oxidante 220 a la cuarta boquilla 314 se encuentran muchos de estos mismos componentes, así como una válvula de globo 294, un medidor de flujo 302 y una válvula de retención 310. También puede haber componentes similares colocados entre la válvula de esfuerzo cortante 330 y el sistema de suministro 234, tal como un indicador / transductor de presión 334 y una válvula de bola de tres vías 342. Otros tipos de válvulas, sistemas, etc., pueden incorporarse o incluirse en el sistema, tal como reconocerá un experto en la materia.

Con referencia a la figura 5, se ilustra una vista en corte detallada de una boquilla que puede usarse en el sistema de la presente invención, de acuerdo con una realización a modo de ejemplo. En el presente documento se observa que cualquiera de las boquillas primera, segunda, tercera y cuarta que se han descrito en lo que antecede puede configurarse de manera similar a la de la boquilla que se ilustra en la figura 5. Tal como se muestra, la boquilla 418 comprende una perforación central 420 y una abertura de diámetro reducido 424 por donde sale la emulsión. Dentro de la perforación central 420 está contenida una mezcladora estática 432 configurada para dar lugar a que la emulsión gire e introduzca esfuerzo cortante en la emulsión antes de su salida a partir de las aberturas de boquilla 424. La boquilla 418 puede comprender además una rosca 428, formada en la totalidad o en una porción de su superficie externa para permitir que la boquilla 418 se inserte en una estructura de soporte para asegurar la boquilla 418 en su lugar con la abertura 424 dirigida hacia una cámara de mezclado.

Tal como reconocerá un experto en la materia, el tamaño de la boquilla descrito en lo que antecede puede variar en cuanto a su tamaño y configuración, dependiendo de su ubicación en el sistema, el caudal deseado para las diversas fases, o la emulsión formada que pasa a través de ellas. Además, las boquillas pueden configurarse sin una mezcladora estática configurada en la misma.

La presente invención contempla además otros tipos de medios de mezclado y / o de combinación no mecánica tanto para mezclar las fases de combustible y de solución de oxidante para formar una emulsión, como para refinar una emulsión formada. Por ejemplo, en lugar de dos boquillas contrapuestas, una realización particular puede comprender una mezcladora estática, donde se da lugar a que las fases de combustible y de solución de oxidante entren de manera simultánea, y donde la mezcladora estática tiene la función de formar una emulsión a partir de estas dos fases. En la presente realización también se puede usar una mezcladora estática para sustituir a varias boquillas de refinado, tales como las boquillas quinta y sexta que se han analizado en lo que antecede. En lugar de refinar la emulsión usando boquillas, la emulsión puede refinarse usando una o más mezcladoras estáticas.

Otras realizaciones pueden incluir una combinación de boquilla y de mezcladora estática. En una realización de este tipo, las fases de combustible y de solución de oxidante pueden mezclarse entre sí y alimentarse a través de una boquilla. La boquilla puede inyectar las fases mixtas en una mezcladora estática. En este caso, aunque se mezclen entre sí, las fases de combustible y de solución de oxidante no estarán lo bastante mezcladas, o con suficiente energía, para formar una emulsión antes de entrar en la mezcladora estática.

En aún otra realización a modo de ejemplo, las fases de solución de oxidante y de combustible pueden alimentarse a través de unas boquillas separadas apuntadas hacia una o más placas de deflexión soportadas en el interior de una cámara de mezclado, caso en el que las fases de solución de oxidante y de combustible no colisionan directamente, sino que en su lugar colisionan indirectamente la una con la otra. Las placas de deflexión pueden comprender cualquier número y cualquier configuración que sean necesarios para formar la emulsión.

La figura 6 ilustra una representación gráfica de la cantidad de presión dentro de un sistema a modo de ejemplo en cada etapa, y la presión residual que existe justo antes del suministro del producto en emulsión. Tal como se muestra, la presión inicial en el interior del sistema es de aproximadamente  $5,41 \times 10^7$  Pa (500 psig), tal como se provee por las fuentes de presión que transportan las diversas fases de solución de oxidante y de combustible. A medida que la emulsión se fabrica y se refina, tienen lugar varios cambios en la presión y, en particular, varias caídas de presión. Sin embargo, la presión inicial se configura y se diseña para ser suficiente para proveer una presión residual 462 de aproximadamente  $1,08 \times 10^7$  Pa (100 psig) al final de la totalidad de las etapas de fabricación y / o de refinado, y justo antes del suministro del producto en emulsión. La primera caída de presión 450 significativa tiene lugar en el interior del primer sistema de combinación, en el que la fase de solución de oxidante se mezcla con la fase de combustible para formar la emulsión rica en combustible. La segunda caída de presión 454

significativa tiene lugar en el interior del segundo sistema de combinación, en el que se da lugar a que la emulsión rica en combustible se mezcle con una segunda porción, o restante, de la fase de solución de oxidante para formar una emulsión más equilibrada en oxígeno. Otras caídas de presión, tales como la caída de presión 458, tienen lugar durante el refinado de la emulsión, tal como cuando se hace que esta pase a través de la válvula de esfuerzo cortante para obtener una viscosidad deseada. Se observa que se pretende que la gráfica en la figura 6 illustre la caída de presión con el tiempo a medida que se forma y / o se refina la emulsión. De hecho, puede haber cambios adicionales en la presión diferentes de los que se ilustran en el presente caso. Por ejemplo, podría tener lugar un cambio en la presión cuando la emulsión se somete a un gas comprimido para reducir su densidad.

El ejemplo o ejemplos siguiente(s) ilustra(n) los experimentos llevados a cabo para crear y suministrar una emulsión usando el método y sistema de la presente invención. No se pretende que estos ejemplos sean limitantes en modo alguno y no se deberán interpretar en ese sentido.

#### EJEMPLO UNO

Una composición explosiva en emulsión se formó a 3,78 kilogramos por segundo ( $3,78 \text{ kg}\cdot\text{s}^{-1}$ ) (500 libras por minuto (500 lbs / min)). Se bombeó fase de combustible, con un emulsionante, a través de una primera boquilla a un caudal de 0,227 kilogramos por segundo ( $0,227 \text{ kg}\cdot\text{s}^{-1}$ ) (30 libras por minuto (30 lbs / min)). Una porción de la fase de solución de oxidante se bombeó por una bomba de solución de oxidante Waukesha a través de una segunda boquilla a un caudal de 1,78 kilogramos por segundo ( $1,78 \text{ kg}\cdot\text{s}^{-1}$ ) (235 libras por minuto (235 lbs / min)). La fase de solución de oxidante se dividió para formar la emulsión de manera más rápida y eficiente. Las boquillas primera y segunda se orientaron en una posición de contraposición la una con respecto a la otra de tal modo que sus accesos de salida, o aberturas de boquilla, estén orientados uno directamente hacia otro. Las presiones iniciales en cada una de las bombas de fase de combustible y de fase de solución de oxidante dieron lugar a que la fase de combustible, con un emulsionante presente en la misma, colisionara con una porción de la fase de solución de oxidante en el interior de una cámara de mezclado para formar una emulsión con alto contenido de combustible o rica en combustible. La mezcla de emulsión de alto contenido de combustible se forzó entonces a través de una tercera boquilla orientada en perpendicular a las boquillas primera y segunda. Una cuarta boquilla se orientó en una posición de contraposición con respecto a la tercera boquilla, de tal modo que se dio lugar a que la emulsión refinada con alto contenido de combustible que se estaba forzando a través de la tercera boquilla colisionara con una segunda porción de la fase de solución de oxidante que se estaba forzando a través de la cuarta boquilla. La segunda porción de la fase de solución de oxidante se bombeó a través de la cuarta boquilla a 1,78 kilogramos por segundo ( $1,78 \text{ kg}\cdot\text{s}^{-1}$ ) (235 libras por minuto (235 lbs / min)). La emulsión más equilibrada en oxígeno resultante se forzó entonces a través de una quinta boquilla, la cual estaba orientada en perpendicular a las boquillas tercera y cuarta para refinar la emulsión por espesado. El producto saliente de la quinta boquilla comprendía un explosivo de emulsión. Se descubrió que la emulsión en este punto tenía una viscosidad de 6500 cP a 85 °C (husillo N° 6 a 5 rpm). En ese sentido, la emulsión se sometió a un aparato de ajuste de viscosidad o válvula de esfuerzo cortante (por ejemplo, una válvula Burkert), que se colocó en línea con e inmediatamente después de y, en paralelo con, la quinta boquilla. El aparato de ajuste de viscosidad tenía la función de espesar la emulsión a una viscosidad deseada, en la cual la emulsión estaba lista para suministrarse.

#### EJEMPLO DOS

Este ejemplo es similar al ejemplo uno. Sin embargo, las boquillas y caudales del ejemplo anterior se disminuyeron desde  $3,78 \text{ kg}\cdot\text{s}^{-1}$  (500 lbs / min) para lograr un caudal de  $1,51 \text{ kg}\cdot\text{s}^{-1}$  (200 libras por minuto (200 lbs / min.)). Además, se bombeó fase de combustible, con un emulsionante, por una bomba de engranajes a través de una primera boquilla. La fase de solución de oxidante se bombeó por una bomba de diafragma de alta presión a través de una segunda boquilla. La bomba de fase de combustible convencional se sustituyó con la bomba de engranajes para lograr los caudales necesarios a unas presiones de aproximadamente  $5,41 \times 10^7 \text{ Pa}$  (500 psig). La sustitución de la bomba de solución de oxidante Waukesha con la bomba de diafragma de alta presión también provee la capacidad de suministrar los caudales deseados a estas presiones elevadas.

De nuevo, las boquillas primera y segunda se orientaron en una posición de contraposición la una con respecto a la otra de tal modo que sus accesos de salida estén orientados uno directamente hacia otro. Las presiones iniciales en cada una de las bombas de fase de combustible y de fase de solución de oxidante dieron lugar a que la fase de combustible, con un emulsionante presente en la misma, colisionara con por lo menos una porción de la fase de solución de oxidante en el interior de una cámara de mezclado para formar una emulsión con alto contenido de combustible o rica en combustible. La mezcla de emulsión con alto contenido de combustible se forzó entonces a través de una tercera boquilla orientada en perpendicular a las boquillas primera y segunda. Una cuarta boquilla se orientó en una posición de contraposición con respecto a la tercera boquilla, de tal modo que se dio lugar a que la emulsión con alto contenido de combustible refinada que se estaba forzando a través de la tercera boquilla colisionara con una segunda porción de la fase de solución de oxidante que se estaba forzando a través de la cuarta boquilla. La emulsión resultante se forzó entonces a través de una quinta boquilla, la cual estaba orientada en perpendicular a las boquillas tercera y cuarta, para fines de refinado adicionales tal como se describe en el presente documento. El producto saliente de la quinta boquilla comprendía una forma de un producto en emulsión final o explosivo en emulsión. Se descubrió que la emulsión en este punto tenía una viscosidad de 6500 cP a 85 °C (husillo

Nº 6 a 50 rpm). En ese sentido, la emulsión se sometió a un aparato de ajuste de viscosidad o válvula de esfuerzo cortante (por ejemplo, una válvula Burkert) que se colocó en línea con, e inmediatamente después de y, en paralelo con, la quinta boquilla. El aparato de ajuste de viscosidad tenía la función de espesar la emulsión a una viscosidad deseada.

5 La presión elevada dio como resultado una presión residual después de que se fabricara y se refinara la emulsión y justo antes de su suministro. En ese sentido, el sistema de suministro usado para suministrar la emulsión al orificio de perforación era un sistema de suministro de presión que utilizaba la presión residual disponible para transportar la emulsión en sentido descendente más allá del orificio de perforación.

10 La siguiente tabla ilustra los parámetros de sistema y resultados a partir del experimento realizado que se expone en el ejemplo dos.

15 Tabla Uno

Bomba de solución de oxidante RPM	Caudal de solución de oxidante (lb / min)	Bomba de combustible RPM	Caudal de fase de combustible (lb / min)	Presión Burkert Psi	Presión de bomba de oxidante Psig	Presión de corriente de oxidante N° 1 (40 %) Psig	Presión de corriente de oxidante N° 2 (60 %) Psig	Presión Pre-Burkert Psig	Viscosidad (*k)
835	187	877	13	0	170	165	150	55	36
"	"	"	"	20	230	225	190	115	65
"	"	"	"	40	345	310	280	200	115
"	"	"	"	60	380	330	310	230	130

20 Se observa que la viscosidad a  $6,50 \times 10^6$  Pa (60 psi) era N° 7 a 20 rpm, todas las presiones en línea son +/-  $1,08 \times 10^6$  Pa (10 psi), y la solución de oxidante se dividió en dos corrientes, la corriente número uno y la corriente número dos, con la corriente número uno comprendiendo el 40 % y con la corriente número dos comprendiendo el 60 %.

25 La descripción detallada anterior describe la invención con referencia a unas realizaciones a modo de ejemplo específicas. Sin embargo, se apreciará que se pueden hacer varias modificaciones y cambios sin alejarse del alcance de las reivindicaciones adjuntas. Las limitaciones en las reivindicaciones se deberán interpretar ampliamente sobre la base del lenguaje empleado en las reivindicaciones y no limitarse a los ejemplos descritos en la descripción detallada anterior o durante la prosecución de la solicitud, ejemplos que se deberán interpretar como no exclusivos. Por ejemplo, en la presente descripción, el término "preferiblemente" no es exclusivo, donde se pretende que signifique "preferiblemente, pero sin limitarse a". Cualesquiera etapas indicadas en cualesquiera reivindicaciones de método o de proceso, pueden ejecutarse en cualquier orden y no se limitan al orden presentado en las reivindicaciones. Las limitaciones de medios-más-función o de etapa-más-función solo se emplearán donde, para una limitación de reivindicación específica, esté presente la totalidad de las siguientes condiciones en esa limitación: a) "medios para" o "etapa para" se indica de manera expresa; b) una función correspondiente se indica de manera expresa; y c) se indican de manera expresa una estructura, material o actos que soportan esa estructura. En consecuencia, el alcance de la invención deberá determinarse solo por las reivindicaciones adjuntas, en lugar de por las descripciones y ejemplos que se han dado en lo que antecede.

35

## REIVINDICACIONES

1. Un método para fabricar y suministrar un explosivo en emulsión, comprendiendo dicho método:

5 proveer un sistema de fabricación y de suministro de emulsión continuo y combinado (10);  
transportar una fase de solución de oxidante a dicho sistema de fabricación y de suministro de emulsión (10) a una presión predeterminada inicial;  
transportar un combustible a dicho sistema de fabricación y de suministro de emulsión (10) a una presión predeterminada inicial;

10 **caracterizado por**  
  
utilizar una porción de dichas presiones predeterminadas iniciales para formar un explosivo en emulsión a partir de dicha fase de solución de oxidante, dicho combustible y un emulsionante;  
15 proveer una presión residual útil a partir de dichas presiones predeterminadas iniciales a continuación de la formación de dicho explosivo en emulsión; y  
utilizar dicha presión residual para suministrar dicho explosivo en emulsión a una ubicación predeterminada sin la necesidad de entrada mecánica o de presión adicional una vez que se ha formado dicho explosivo en emulsión.

20 2. El método de la reivindicación 1, donde dicho combustible comprende una fase de combustible, con dicho emulsionante estando contenido dentro de dicho combustible e introducido en dicho sistema de fabricación y de suministro de emulsión (10) a través de dicho combustible.

25 3. El método de la reivindicación 1, donde dicho emulsionante se suministra directamente al sistema de fabricación y de suministro de emulsión (10) en una ubicación predeterminada para mezclarse con dicho combustible y dicha fase de solución de oxidante.

30 4. El método de la reivindicación 1, donde la fase de solución de oxidante se transporta al interior de una cámara de mezclado (284) a la presión predeterminada inicial;  
el combustible se transporta al interior de dicha cámara de mezclado (284) a la presión predeterminada inicial;  
el emulsionante se provee en dicha cámara de mezclado (284);  
dando lugar, de manera no mecánica y bajo la influencia de dichas presiones predeterminadas iniciales, a que dicho combustible, por lo menos una porción de dicha fase de solución de oxidante y dicho emulsionante colisionen la una con la otra con la suficiente fuerza para formar un explosivo en emulsión, proveyendo la presión residual útil a partir de dichas presiones predeterminadas iniciales a continuación de la formación de dicho explosivo en emulsión;  
35 someter a esfuerzo cortante, de manera no mecánica y bajo la influencia de dicha presión residual, dicho explosivo en emulsión para propósitos de refinado adicional y para obtener una viscosidad deseada; y  
suministrar, de manera no mecánica y bajo la influencia de dicha presión residual, dicho explosivo en emulsión a una ubicación predeterminada.

40 5. El método de la reivindicación 4, donde dicha provisión de un emulsionante en dicha cámara de mezclado (284) comprende contener dicho emulsionante en dicho combustible, existiendo dicho combustible de este modo como una fase de combustible, y de este modo dicho transporte de un emulsionante comprende el transporte de una fase de combustible al interior de dicha cámara de mezclado (284).

45 6. El método de la reivindicación 4, donde dicha provisión de un emulsionante en dicha cámara de mezclado (284) comprende la introducción de dicho emulsionante en una ubicación predeterminada, donde dicho emulsionante se introduce directamente en dicha cámara de mezclado (284).

50 7. El método de la reivindicación 4, donde dicho transporte de dicha fase de solución de oxidante comprende el transporte a través de una primera boquilla (272).

8. El método de la reivindicación 7, donde dicho transporte de dicho combustible comprende el transporte a través de una segunda boquilla (280), estando dichas boquillas primera y segunda (272, 280) contrapuestas una a otra para efectuar dicha acción de dar lugar a que, de manera no mecánica, por lo menos una porción de dicha fase de solución de oxidante y dicho combustible colisionen la una con el otro, en presencia de dicho emulsionante.

55 9. El método de la reivindicación 4, donde dicha acción de dar lugar comprende el transporte de dicha fase de solución de oxidante y dicho combustible de manera simultánea a través de una mezcladora estática (432), en presencia de dicho emulsionante, para formar dicha emulsión.

60 10. El método de la reivindicación 4, donde dicha cámara de mezclado (284) está configurada con uno o más estatores o deflectores y donde se da lugar a que dicha fase de solución de oxidante y dicho combustible colisionen indirectamente la una con el otro, en presencia de dicho emulsionante, deflectándose con respecto a los estatores tras la entrada en dicha cámara de mezclado (284).

65

11. El método de la reivindicación 4, que además comprende el transporte de dicha emulsión al interior de una segunda cámara de mezclado (318).
- 5 12. El método de la reivindicación 11, que además comprende el transporte de una segunda porción de dicha fase de solución de oxidante al interior de dicha segunda cámara de mezclado (318).
- 10 13. El método de la reivindicación 12, que además comprende dar lugar, de manera no mecánica, a que dicha emulsión colisione con dicha segunda porción de dicha fase de solución de oxidante para producir una emulsión más equilibrada en oxígeno.
14. El método de la reivindicación 13, donde se da lugar a que dicha emulsión y dicha segunda porción de dichas fases de solución de oxidante colisionen indirectamente la una con la otra al ser deflectadas con respecto a uno o más estatores que existen dentro de dicha segunda cámara de mezclado (318).
- 15 15. El método de la reivindicación 4, que además comprende el refinado de dicha emulsión antes de su suministro.
16. El método de la reivindicación 15, donde dicho refinado comprende el espesado y la estabilización de dicha emulsión.
- 20 17. El método de la reivindicación 15, donde dicho refinado comprende la sensibilización de dicha emulsión mediante la reducción de su densidad.
- 25 18. El método de la reivindicación 1, donde la fase de solución de oxidante se transporta a través de una primera boquilla (272) al interior de una cámara de mezclado (284) a la presión predeterminada inicial; la fase de combustible se transporta a través de una segunda boquilla (280) al interior de dicha cámara de mezclado (284) a la presión predeterminada inicial; las boquillas primera y segunda (272, 280) se orientan en una posición de contraposición, de tal modo que por lo menos una porción de dichas fases de solución de oxidante y de combustible colisionen la una con la otra, bajo la influencia de dichas presiones predeterminadas iniciales, con una fuerza suficiente para formar una emulsión de combinación previa en presencia de un emulsionante; proveer una presión residual útil a partir de dichas presiones predeterminadas iniciales a continuación de la formación de dicha emulsión de combinación previa; y el método comprende además: utilizar dicha presión residual útil para forzar dicha emulsión de combinación previa a través de una tercera boquilla (290); utilizar dicha presión residual útil para dar lugar a que dicha emulsión de combinación previa que sale de dicha tercera boquilla (290) colisione con una segunda porción de dicha fase de solución de oxidante que se está transportando a través de una cuarta boquilla (314), a una presión predeterminada inicial, con la suficiente fuerza para formar una emulsión más equilibrada en oxígeno, contribuyendo dicha presión predeterminada a partir de dicha segunda porción de dicha fase de solución de oxidante a dicha presión residual; forzar dicha emulsión de combinación previa, bajo la influencia de dicha presión residual, a través de una quinta boquilla (322) para espesar y refinar dicha emulsión; someter a esfuerzo cortante dicha emulsión, bajo la influencia de dicha presión residual, para lograr una viscosidad deseada y para formar un producto en emulsión listo para su suministro.
- 30 35 40 45 19. El método de la reivindicación 18, que además comprende la sensibilización de dicha emulsión antes de someterla a esfuerzo cortante mediante la introducción de un agente de reducción de densidad en la misma.
- 50 20. El método de la reivindicación 19, donde dicha sensibilización comprende la introducción de un elemento traza en dicha emulsión, donde dicho elemento traza comprende uno o más agentes químicos de gasificación, los cuales tienen la función de reaccionar para formar una pluralidad de burbujas en dicha emulsión, reduciendo de este modo su densidad.
- 55 21. El método de la reivindicación 19, donde dicha sensibilización comprende la introducción de un gas comprimido en dicha emulsión, donde dicho gas comprimido tiene la función de introducir una pluralidad de burbujas en dicha emulsión, reduciendo de este modo su densidad.
- 60 22. El método de la reivindicación 19, donde dicho agente de reducción de densidad se inyecta en dicha emulsión y dicho agente de reducción de densidad y dicha emulsión se transportan a través de una sexta boquilla (392) y se mezclan el uno con la otra.
- 65 23. El método de la reivindicación 19, donde dicho agente de reducción de densidad se inyecta en una de dichas fases de solución de oxidante, dicha fase de combustible, dicho emulsionante y dicha cámara de mezclado (284).
24. El método de la reivindicación 18, que además comprende la colocación de un anillo de agua alrededor de dicha emulsión para ayudar en dicho transporte hacia dicha ubicación predeterminada.

25. El método de la reivindicación 18, donde dichas etapas de transporte se logran mediante uno seleccionado de un grupo que consiste en una bomba (220), un sistema de suministro de gravedad y un recipiente de presión.
- 5 26. El método de la reivindicación 18, donde se efectúa dicho esfuerzo cortante mediante uno seleccionado del grupo que consiste en una válvula de esfuerzo cortante (330), una serie de boquillas y una combinación de las mismas.
- 10 27. El método de la reivindicación 18, donde dicha ubicación predefinida se selecciona del grupo que consiste en un orificio de perforación, un receptáculo y una planta.
28. El método de la reivindicación 18, donde dichas boquillas comprenden una mezcladora estática incorporada en las mismas.
- 15 29. El método de la reivindicación 18, donde dichas boquillas pueden comprender diferentes tamaños, dependiendo de los requisitos del sistema.
30. Un sistema para la fabricación y el suministro de un explosivo en emulsión que comprende:
- 20 un sistema de fabricación y de suministro de emulsión continuo y combinado 10;  
una primera fuente de presión (16) configurada para transportar una fase de solución de oxidante a dicho sistema de fabricación y de suministro de emulsión (10) a una presión predeterminada inicial;  
una segunda fuente de presión (20) configurada para transportar una fase de combustible, que contiene un emulsionante, a dicho sistema de fabricación y de suministro de emulsión (10) a una presión predeterminada inicial; **caracterizado por que** dicho sistema de fabricación y de suministro de emulsión (10) usa solo una  
25 porción de dichas presiones predeterminadas iniciales para formar un explosivo en emulsión a partir de dicha solución de oxidante, dicha fase de combustible y dicho emulsionante con el fin de proveer una presión residual útil a partir de dichas presiones predeterminadas iniciales a continuación de la formación de dicho explosivo en emulsión; y **por que** el sistema para la fabricación y el suministro de un explosivo en emulsión comprende además:  
30 un sistema de suministro (32) configurado para utilizar dicha presión residual para suministrar dicho explosivo en emulsión a una ubicación predeterminada sin la necesidad de entrada mecánica o de presión adicional una vez que se ha formado dicho explosivo en emulsión.
- 35 31. El sistema de la reivindicación 30, donde la primera fuente de presión (16) está configurada para transportar la fase de solución de oxidante al interior de una primera cámara de mezclado (284) a la presión predeterminada inicial;  
la segunda fuente de presión (20) está configurada para transportar la fase de combustible al interior de dicha primera cámara de mezclado (284), a la presión predeterminada inicial; y  
40 el sistema comprende además:  
unos medios para combinar, de manera no mecánica, por lo menos una porción de dicha fase de solución de oxidante con dicha fase de combustible, donde se da lugar a que dicha fase de solución de oxidante colisione con dicha fase de combustible dentro de dicha primera cámara de mezclado (284) y con una fuerza suficiente  
45 para formar una emulsión en presencia de dicho emulsionante usando solo una porción de dichas presiones predeterminadas iniciales con el fin de proveer una presión residual útil a partir de dichas presiones predeterminadas iniciales;  
unos medios para combinar, de manera no mecánica, dicha emulsión con una segunda porción de dicha fase de solución de oxidante, donde se da lugar a que dicha emulsión colisione con dicha segunda porción de dicha fase de solución de oxidante dentro de una segunda cámara de mezclado (318) con una fuerza y energía suficientes  
50 para formar una emulsión más equilibrada en oxígeno;  
unos medios para refinar y tratar dicha emulsión para formar un producto en emulsión listo para su suministro.
- 55 32. El sistema de la reivindicación 31, donde dichos medios para combinar, de manera no mecánica, por lo menos una porción de dicha fase de solución de oxidante con dicha fase de combustible comprenden:  
una primera boquilla (272) configurada para transportar dicha fase de solución de oxidante; y  
una segunda boquilla (280) configurada para transportar dicha fase de combustible, estando dichas boquillas primera y segunda (272, 280) orientadas en una posición de contraposición la una con respecto a la otra con el  
60 fin de dar lugar a que dicha fase de solución de oxidante colisione con dicha fase de combustible.
- 65 33. El sistema de la reivindicación 31, donde dichos medios para combinar, de manera no mecánica, por lo menos una porción de dicha fase de solución de oxidante con dicha fase de combustible comprenden una mezcladora estática.

34. El sistema de la reivindicación 31, donde dichos medios para combinar, de manera no mecánica, por lo menos una porción de dicha fase de solución de oxidante con dicha fase de combustible, comprenden una combinación de boquilla y de mezcladora estática, donde se da lugar a que dichas fases de solución de oxidante y de combustible se deflecten con respecto a una superficie en el interior de dicha primera cámara de mezclado (284) para formar dicha emulsión, de tal manera que colisionan indirectamente la una con la otra.
35. El sistema de la reivindicación 31, donde dichos medios para combinar, de manera no mecánica, dicha emulsión con una segunda porción de dicha fase de solución de oxidante comprenden:
- una tercera boquilla (290) configurada para transportar dicha emulsión; y  
una cuarta boquilla (314) configurada para transportar una segunda porción de dicha fase de solución de oxidante, estando dichas boquillas tercera y cuarta (290, 314) orientadas en una posición de contraposición con el fin de dar lugar a que dicha emulsión colisione con dicha segunda porción de dicha fase de solución de oxidante en el interior de dicha segunda cámara de mezclado (318).
36. El sistema de la reivindicación 31, donde dichos medios para combinar, de manera no mecánica, dicha emulsión con una segunda porción de dicha fase de solución de oxidante comprenden una mezcladora estática.
37. El sistema de la reivindicación 31, donde dichos medios para combinar, de manera no mecánica, dicha emulsión con una segunda porción de dicha fase de solución de oxidante comprenden una combinación de boquilla y de mezcladora estática.
38. El sistema de la reivindicación 35, donde dichos medios para refinar comprenden una quinta boquilla (322) configurada para recibir dicha emulsión a partir de dicha segunda cámara de mezclado (318), donde dicha quinta boquilla (322) tiene la función de refinar dicha emulsión mediante su espesado.
39. El sistema de la reivindicación 31, donde dichos medios para refinar comprenden un ajustador de viscosidad en forma de una válvula de esfuerzo cortante (330) configurada para recibir dicha emulsión e introducir un esfuerzo cortante en la misma con el fin de aumentar su viscosidad.
40. El sistema de la reivindicación 31, donde dichos medios para refinar dicha emulsión comprenden una sexta boquilla (392) configurada para mezclar un agente de reducción de densidad inyectado en dicha emulsión con el fin de formar una pluralidad de burbujas en la misma, reduciendo de este modo la densidad de, y sensibilizando, dicha emulsión antes de, y durante, el suministro.
41. El sistema de la reivindicación 31, donde dichas fuentes de presión primera y segunda (16, 20) se seleccionan del grupo que consiste en bombas de alta presión (220), recipientes de presión y sistemas de liberación de gravedad.

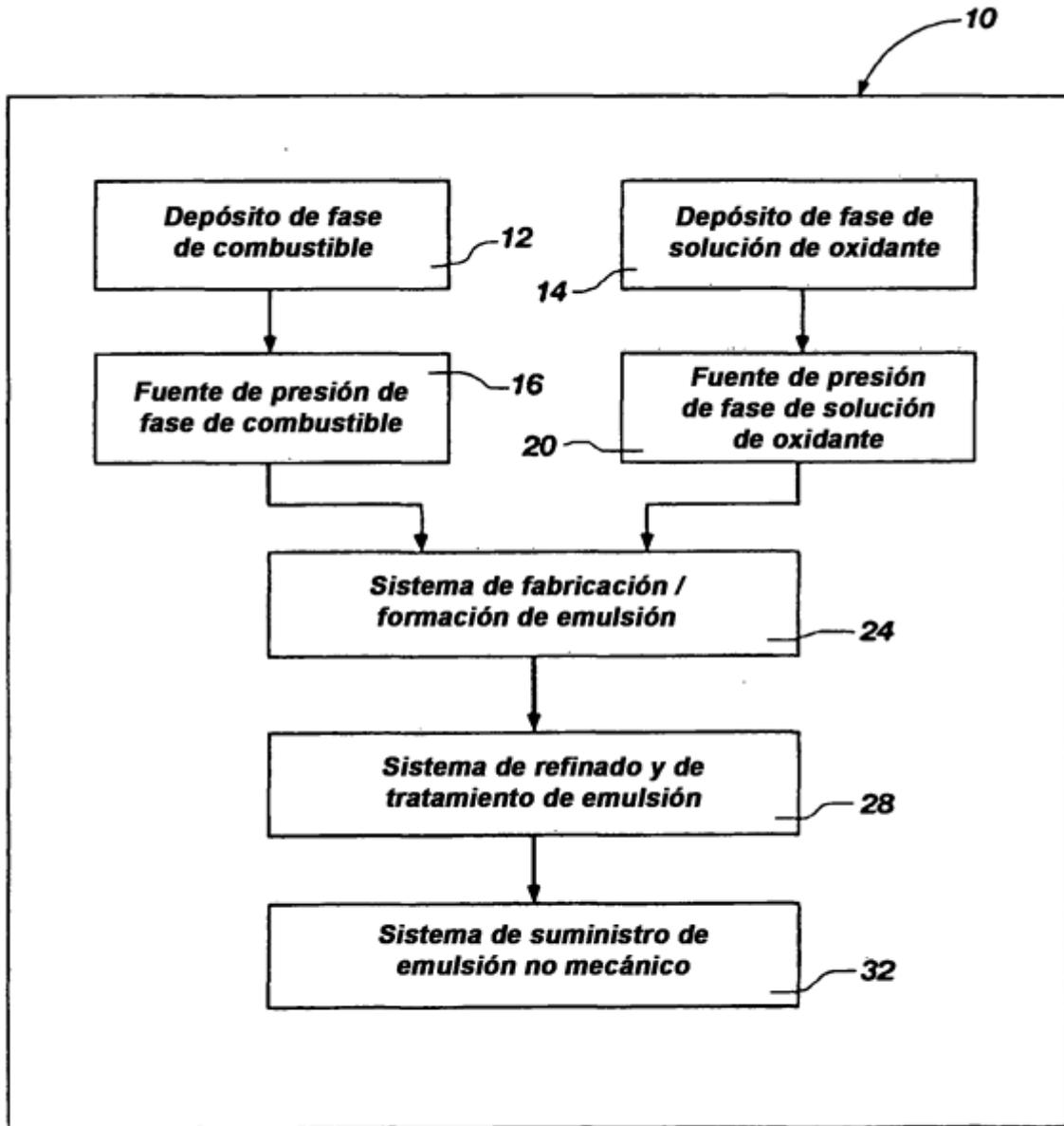


FIG. 1

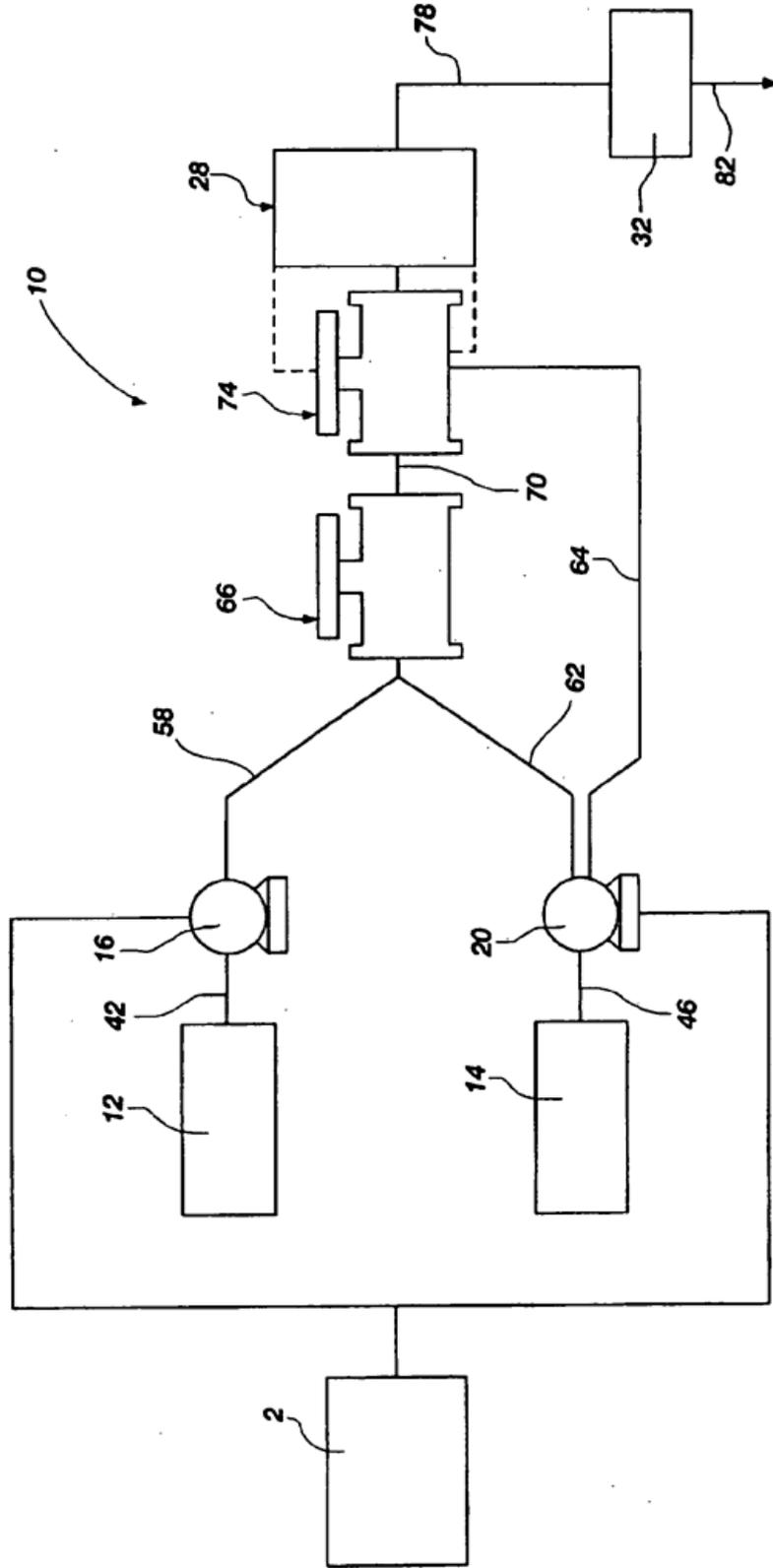


FIG. 2

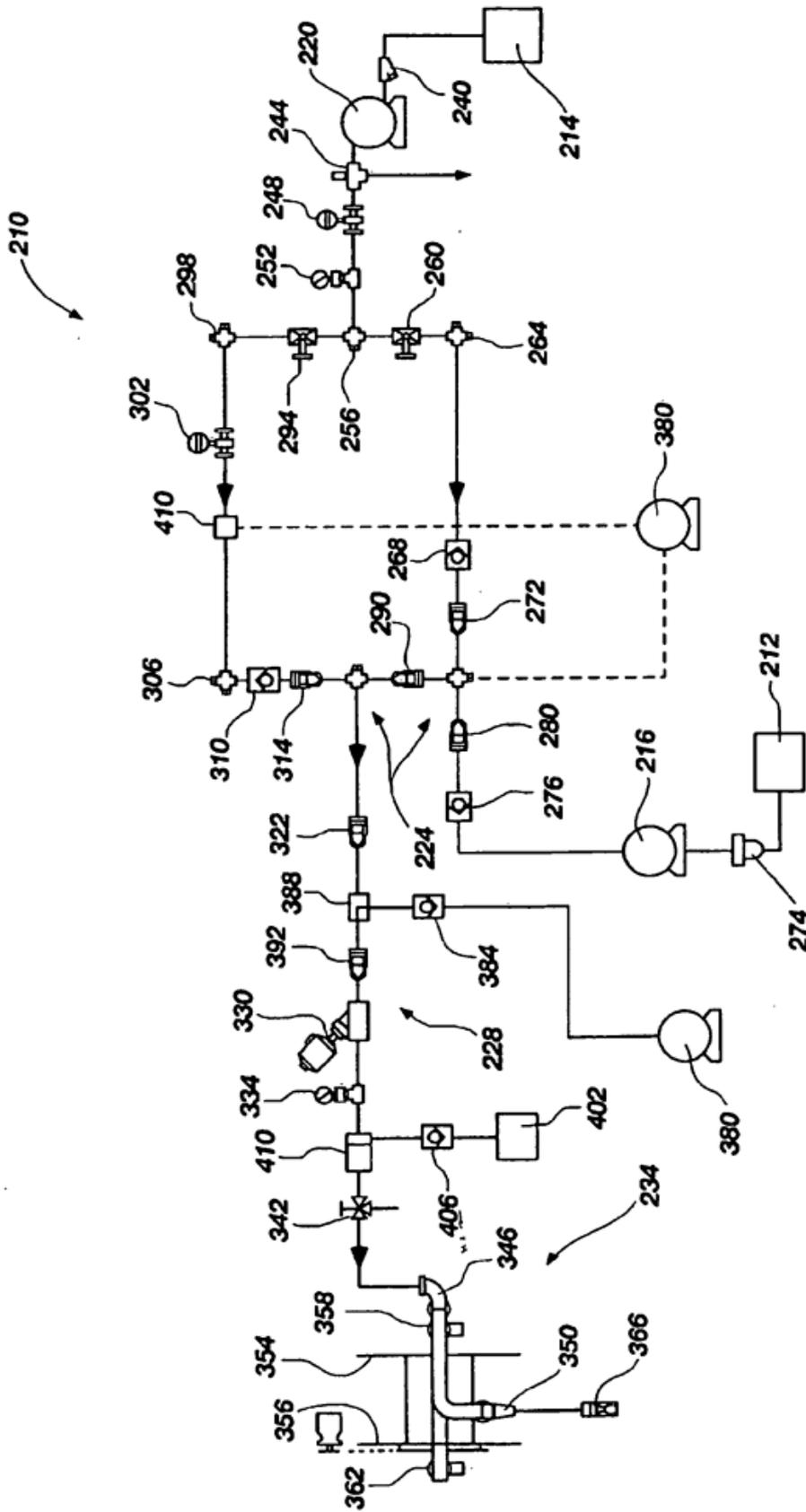


FIG. 3

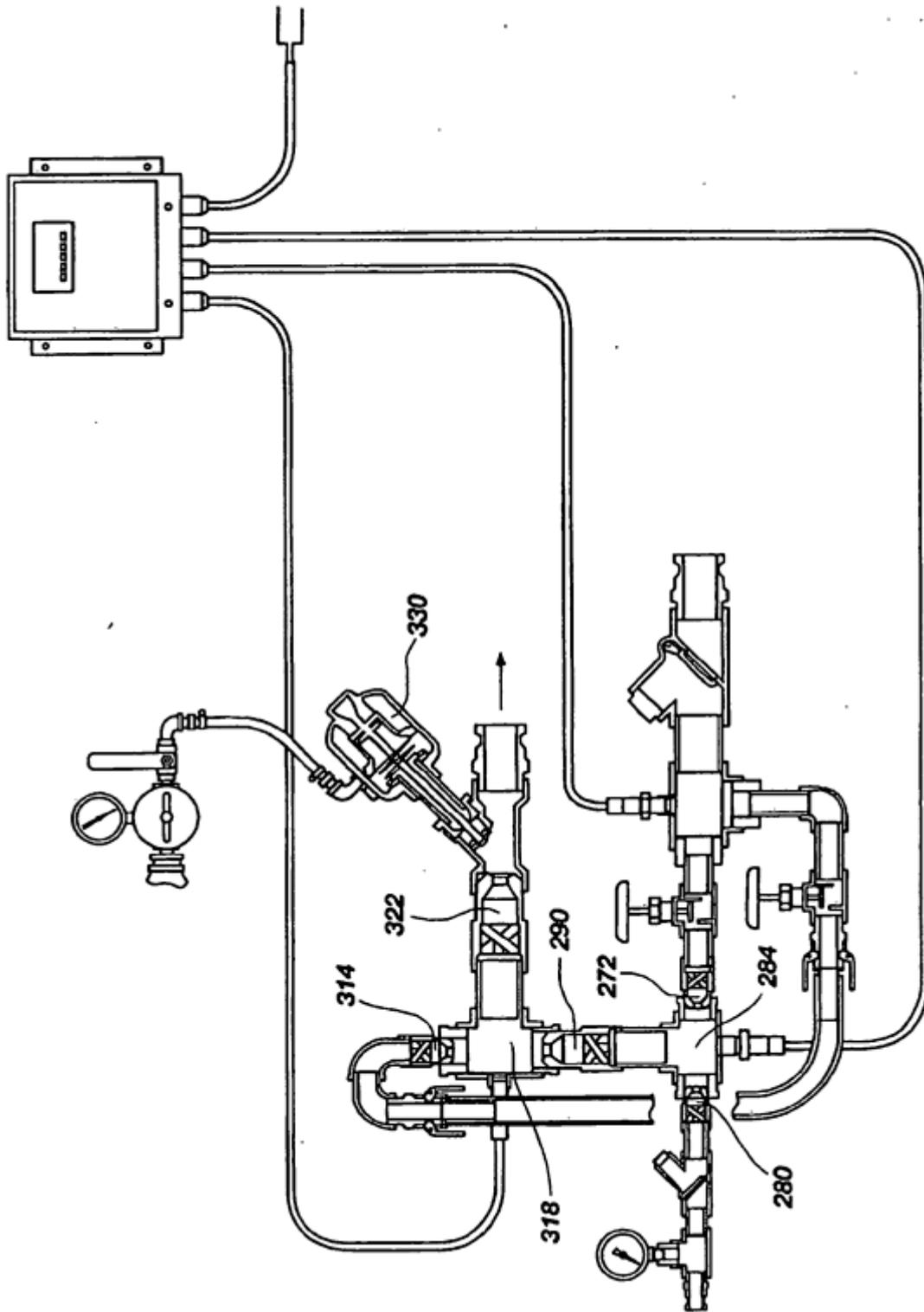
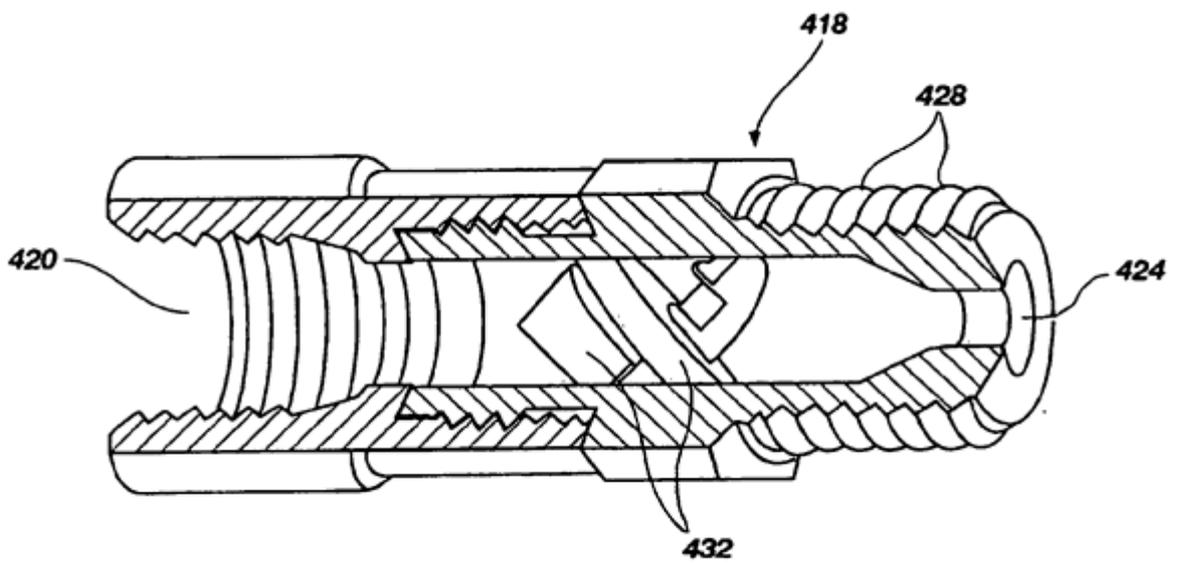
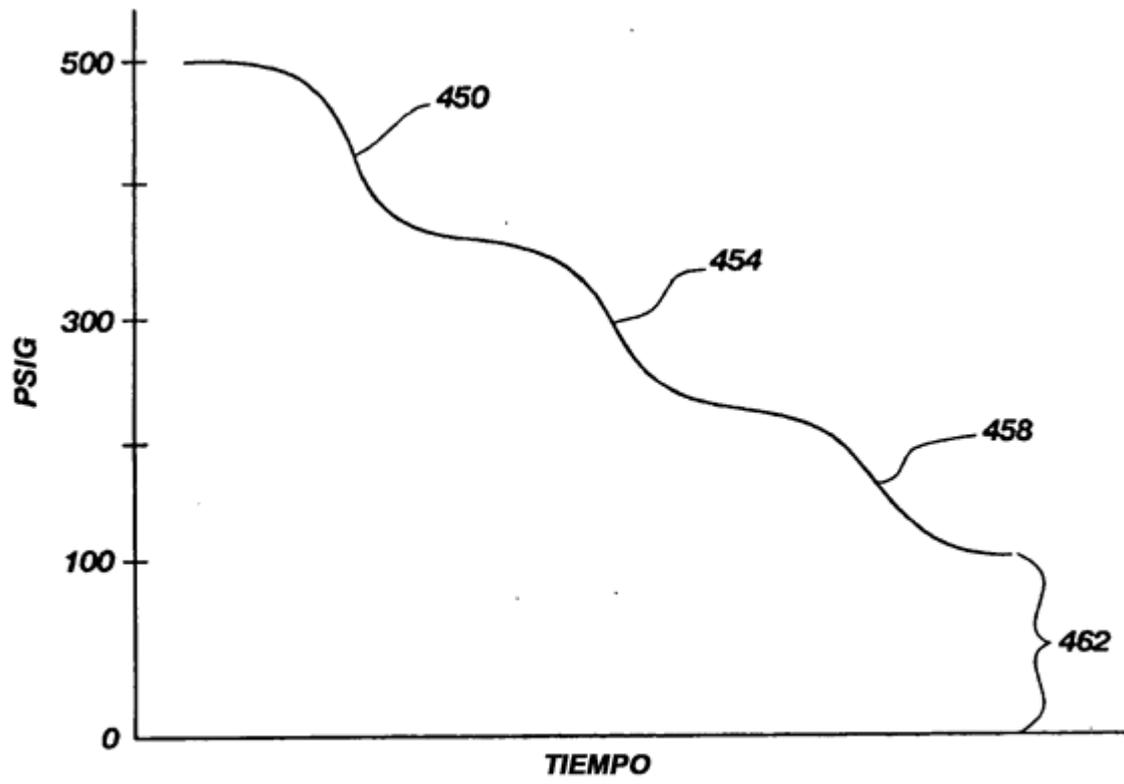


FIG. 4



**FIG. 5**



**FIG. 6**