

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **3 021 412**

51 Int. Cl.:

E21B 43/26 (2006.01)

E21B 7/00 (2006.01)

E21B 41/00 (2006.01)

E21B 43/25 (2006.01)

H02K 7/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **28.06.2018 PCT/US2018/039982**

87 Fecha y número de publicación internacional: **03.01.2019 WO19006108**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.06.2018 E 18825305 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.04.2025 EP 3645832**

54 Título: **Distribución de energía eléctrica para operación de fracturación**

30 Prioridad:
29.06.2017 US 201762526869 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
26.05.2025

73 Titular/es:
TYPHON TECHNOLOGY SOLUTIONS, LLC
(100.00%)
3 Hughes Landing, 1780 Hughes Landing Blvd.,
Suite 100
The Woodlands, TX 77380, US

72 Inventor/es:
MORRIS, JEFFREY, G.;
BODISHBAUGH, ADRIAN BENJAMIN y
JENSEN, NEAL

74 Agente/Representante:
VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 3 021 412 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

Distribución de energía eléctrica para operación de fracturación

5 Antecedentes

La fracturación hidráulica se ha utilizado comúnmente por la industria del petróleo y el gas para estimular la producción de pozos productores de hidrocarburos, tales como pozos de petróleo y/o gas. La fracturación hidráulica, a veces denominada "fracturación" o "fracturación hidráulica", es el proceso de inyección de fluido de fracturación en un pozo para fracturar las formaciones geológicas del subsuelo y liberar hidrocarburos. El fluido de fracturación se bombea en un pozo a una presión suficiente para provocar fisuras dentro de las formaciones geológicas subterráneas. Una vez dentro del pozo, el fluido de fracturación fractura la formación subterránea. El fluido de fracturación puede incluir agua, diversos aditivos químicos y apuntalantes que promueven la extracción de las reservas de hidrocarburos, tales como petróleo y/o gas. Los apuntalantes, tales como la arena de fracturación, evitan que se cierren las fisuras y fracturas en la formación subterránea; permitiendo así que la formación permanezca abierta para que los hidrocarburos fluyan a través de los pozos de hidrocarburos.

La implementación de operaciones de fracturación en emplazamientos de pozos requiere una gran inversión en equipo, mano de obra y combustible. Una operación de fracturación típica usa equipo de fracturación, personal para operar y mantener el equipo de fracturación, grandes cantidades de combustible para alimentar las operaciones de fracturación y volúmenes relativamente grandes de fluidos de fracturación. Como tal, la planificación de las operaciones de fracturación es compleja y abarca una variedad de desafíos logísticos que incluyen minimizar el área en el sitio o "huella" de las operaciones de fracturación, proporcionar energía y/o combustible adecuados para alimentar continuamente las operaciones de fracturación, aumentar la eficiencia del equipo de fracturación hidráulica y reducir el impacto ambiental resultante de las operaciones de fracturación. Por lo tanto, se necesitan numerosas innovaciones y mejoras de la tecnología de fracturación existente para abordar la variedad de desafíos complejos y logísticos que se enfrentan en las operaciones de fracturación actuales.

El documento US 2016/177678 A1 enseña proporcionar energía eléctrica móvil que comprende un transporte de generación de energía configurado para convertir combustible de hidrocarburo en electricidad y un transporte de entrada y escape configurado para: acoplarse a al menos un lado del transporte de generación de energía de modo que el transporte de entrada y escape no esté conectado a una parte superior del transporte de generación de energía, proporcionar aire de ventilación y aire de combustión al transporte de generación de energía, recoger el aire de escape del transporte de generación de energía y filtrar el aire de escape. En otra realización, un transporte de bomba de fracturación que comprende una primera bomba configurada para presurizar y bombear fluido de fracturación, una segunda bomba configurada para presurizar y bombear el fluido de fracturación, y un motor eléctrico de doble eje comprende un eje y está configurado para recibir energía eléctrica de una fuente de alimentación y accionar en paralelo, tanto la primera bomba como la segunda bomba con el eje.

El documento US 2015/114652 A1 enseña La divulgación contenida en el presente documento describe sistemas, unidades y métodos utilizables para estimular una formación que incluye una bomba utilizable para presurizar fluido, un accionador eléctrico en comunicación con y que acciona la bomba, y una fuente de energía eléctrica en comunicación con y que alimenta el accionador eléctrico. La fuente de alimentación eléctrica puede incluir generadores in situ y/o fuentes de alimentación de red, y pueden usarse transformadores para alterar la tensión recibida a una tensión adecuada para alimentar el accionador eléctrico. Los dispositivos de movimiento de aire asociados con el accionador eléctrico se pueden usar para proporcionar aire próximo a la bomba para dispersar los gases. En combinación con el suministro de fluido y/o los subsistemas de adición de apuntalante, la bomba se puede usar para fracturar una formación.

50 Sumario

Lo siguiente presenta un resumen simplificado de la materia objeto divulgada para proporcionar una comprensión básica de algunos aspectos de la materia objeto divulgada en el presente documento. Este sumario no es una visión general exhaustiva de la tecnología divulgada en el presente documento, y no pretende identificar elementos clave o críticos de la invención o delinear el alcance de la invención. Su único propósito es presentar conceptos en una forma simplificada como un preludio a la descripción más detallada que se analiza más adelante.

La invención se define por las reivindicaciones adjuntas.

Se describe un aparato que comprende un tanque de hidratación, una mezcladora de fracturación y un sistema de colector interno. El sistema de colector interno acopla el tanque de hidratación y la mezcladora de fracturación para dirigir el fluido entre el tanque de hidratación y la mezcladora de fracturación. El aparato también comprende un bastidor de transporte único que acopla el tanque de hidratación, la mezcladora de fracturación y el sistema de colector interno para formar un transporte único.

También se describe un método para producir fluido de fracturación, que comprende recibir fluido de uno o más

colectores de entrada de un transporte único y accionar una primera bomba montada en el transporte único para encaminar el fluido de origen desde los colectores de entrada a un tanque de hidratación montado en el transporte único. El método también acciona la segunda bomba montada en el transporte único para encaminar el fluido hidratado producido por el tanque de hidratación a una cuba de mezcla montada en el transporte único y descarga el fluido de fracturación producido por la cuba de mezcla a uno o más colectores de salida del transporte único.

Se describe adicionalmente un transporte que comprende un bastidor de transporte, un sistema de colector interno acoplado al bastidor de transporte y un tanque de hidratación acoplado al bastidor de transporte. El tanque de hidratación está configurado para recibir un fluido de origen desde el sistema de colector interno, producir un fluido hidratado con una viscosidad objetivo basándose en el fluido de origen y emitir el fluido hidratado al sistema de colector interno. El transporte también comprende una mezcladora acoplada al bastidor de transporte, donde la mezcladora está configurada para recibir el fluido hidratado del sistema de colector interno, producir un fluido de fracturación basado en el fluido hidratado y descargar el fluido hidratado al sistema de colector interno. La tasa de suministro del fluido hidratado para el tanque de hidratación corresponde a una cantidad de fluido de fracturación que la mezcladora proporciona a uno o más transportes de bomba de fracturación.

También se describe un sistema de fracturación eléctrica que comprende un transporte de engranajes de conmutación conectado eléctricamente a una fuente de generación de energía para proporcionar energía eléctrica a un primer nivel de tensión. El sistema de fracturación eléctrica también comprende un cable eléctrico que suministra energía eléctrica al primer nivel de tensión y un transporte de bomba de fracturación conectado eléctricamente al transporte de engranajes de conmutación a través únicamente del cable eléctrico. El transporte de bomba de fracturación comprende un transformador que reduce la energía eléctrica recibida en el primer nivel de tensión a un nivel de tensión más bajo. El transporte de bomba de fracturación no está conectado eléctricamente al transporte de engranajes de conmutación a través de otro cable eléctrico en un nivel de tensión que difiere del primer nivel de tensión.

Se describe adicionalmente un transporte que comprende un bastidor de transporte único y un motor primario eléctrico montado en el bastidor de transporte único. La bomba está acoplada al motor primario eléctrico y montada en el bastidor de transporte único y un transformador acoplado al motor primario eléctrico y montado en el bastidor de transporte único. El transformador está configurado para recibir energía eléctrica en un primer nivel de tensión desde una fuente de alimentación a través de un único conjunto de cables y reducir la energía eléctrica en el primer nivel de tensión a un nivel de tensión más bajo. El transformador también está configurado para suministrar la energía eléctrica al nivel de tensión más bajo al motor primario eléctrico, donde el transporte no está conectado a ningún otro conjunto de cables que suministre energía eléctrica al primer nivel de tensión y otros niveles de tensión.

También se describe un método para la distribución de energía eléctrica usado para operaciones de fracturación. El método comprende recibir, en un transporte, energía eléctrica desde una fuente móvil de electricidad en un primer nivel de tensión, donde el primer nivel de tensión cae dentro de un intervalo de 1000 V a 35 kilovoltios y suministrar, desde el transporte, la energía eléctrica a un transporte de bomba de fracturación al primer nivel de tensión usando solo una primera conexión de cable único. El método también incluye suministrar, desde el transporte, la energía eléctrica a un segundo transporte al primer nivel de tensión usando solo una segunda conexión de cable único.

Cada uno de los ejemplos descritos anteriormente y variaciones de los mismos, puede implementarse como un método, aparato y/o sistema.

Breve descripción de los dibujos

Para una comprensión más completa de esta divulgación, a continuación se hace referencia a la siguiente breve descripción, tomada en relación con los dibujos adjuntos y la descripción detallada, en donde los números de referencia similares representan partes similares.

La figura 1 es un diagrama esquemático de un emplazamiento de pozo que comprende una boca de pozo y un sistema de fracturación móvil.

La figura 2 es un diagrama esquemático de un sistema de distribución de energía de media-baja tensión para el sistema de fracturación móvil.

La figura 3 es un diagrama esquemático de una realización de un sistema de distribución de energía de media tensión para el sistema de fracturación móvil.

La figura 4A ilustra una vista lateral de un transporte de mezcladora de hidratación.

La figura 4B ilustra una vista en sección transversal debajo del tanque del transporte de mezcladora de hidratación.

La figura 4C ilustra una vista en sección transversal del transporte de mezcladora de hidratación que representa el interior del tanque de hidratación.

La figura 4D ilustra una vista superior del transporte de mezcladora de hidratación que representa la parte superior del tanque de hidratación.

La figura 4E ilustra una vista en sección transversal del transporte de mezcladora de hidratación que corresponde al corte de sección A-A mostrado en la figura 4D.

La figura 4F ilustra una vista en sección transversal debajo del tanque de otra realización de un transporte de mezcladora de hidratación.

La figura 5 ilustra un transporte de mezcladora de hidratación que incluye una única cuba de mezcla.

La figura 6 es un diagrama de flujo de un método para proporcionar fluido de fracturación usando un transporte único de mezcladora de hidratación.

La figura 7 es un diagrama de flujo de un método para proporcionar energía eléctrica al equipo de fracturación.

5

Descripción detallada

El término "arena de fracturación" se usa en esta divulgación para servir a modo de ejemplo no limitante de un apuntalante usado como componente del fluido de fracturación. "Arena de fracturación" también se usa en el presente documento para referirse colectivamente a arena de fracturación tanto húmeda como seca. Las realizaciones en esta divulgación no se limitan a arena de fracturación, y cualquier otro tipo de apuntalante, tal como cerámica artificial, perlas de aluminio y bauxita sinterizada, puede usarse con las diversas realizaciones presentadas en la divulgación. A menos que se especifique lo contrario dentro de la divulgación, el término "arena de fracturación" puede intercambiarse a lo largo de esta divulgación con el término "apuntalantes".

15

Como se usa en el presente documento, la expresión "arena de fracturación húmeda" se refiere a una cantidad de arena de fracturación que contiene un contenido de humedad de aproximadamente uno por ciento o más, que se determina típicamente basándose en el peso. "Arena de fracturación seca" se refiere a cantidades de arena de fracturación que contienen un contenido de humedad de menos de aproximadamente el uno por ciento. Como se usa en el presente documento, la expresión "licuar arena de fracturación húmeda" se refiere a mejorar y transformar las propiedades de flujo de la arena de fracturación húmeda para que sean sustancialmente similares a la arena de fracturación seca para controlar con precisión la cantidad de arena de fracturación medida. La arena de fracturación húmeda puede licuarse y fluir cuando se agita con fuerza.

20

Como se usa en el presente documento, el término "transporte" se refiere a cualquier conjunto de transporte, incluidos, entre otros, un remolque, camión, patín, vagón de ferrocarril y/o barcaza utilizados para transportar estructuras relativamente pesadas y/u otros tipos de artículos, tales como equipos de fracturación y arena de fracturación. Un transporte podría moverse independientemente de otro transporte. Por ejemplo, un primer transporte puede montarse o conectarse a un vehículo motorizado que mueve independientemente el primer transporte mientras un segundo transporte no conectado permanece estacionario.

30

Como se usa en el presente documento, el término "remolque" se refiere a un conjunto de transporte utilizado para transportar estructuras relativamente pesadas y/u otros tipos de artículos (tales como equipos de fracturación y arena de fracturación) que se pueden unir y/o separar de un vehículo de transporte utilizado para tirar o remolcar el remolque. A modo de ejemplo, el vehículo de transporte puede mover y remolcar independientemente un primer remolque mientras un segundo remolque no conectado permanece estacionario. El remolque incluye soportes y sistemas de colectores para conectar el remolque a otro equipo de fracturación dentro de un sistema o flota de fracturación. El término "remolque de depósito" se refiere a un remolque que incluye dos secciones con diferentes alturas verticales. Una de las secciones o la sección superior se coloca en o por encima de los ejes del remolque y otra sección o la sección inferior se coloca en o por debajo de los ejes del remolque. Los travesaños principales del remolque del remolque tumbado pueden estar apoyados en el suelo cuando está en modo operativo y/o cuando está desacoplado de un vehículo de transporte, como un tractor.

35

40

Como se usa en el presente documento, la expresión "baja tensión" se refiere a un intervalo de tensión de aproximadamente 50 voltios (V) a 1000 V de energía eléctrica de corriente alterna (CA). El término "media tensión" se refiere a un intervalo de tensión de aproximadamente 1000 V a aproximadamente 35 kilovoltios (kV) de energía eléctrica de CA, y el término "alta tensión" se refiere a un rango de tensión mayor que 35 kV de energía eléctrica de CA. Aunque los términos "baja tensión", "media tensión" y "alta tensión" generalmente se refieren a intervalos de tensión en energía eléctrica de CA, la divulgación no se limita a energía eléctrica de CA y también podría utilizar tensión de corriente (CC).

45

50

A menos que se especifique lo contrario dentro de la divulgación, la expresión "conexión eléctrica" se refiere a conectar un transporte a otro transporte usando uno o más cables eléctricos. El término "cable eléctrico" puede intercambiarse a lo largo de esta divulgación con el término "cable de alimentación", "conexión de cable de alimentación", "conexión de cable" o "conexión de cable eléctrico". Los términos "cable eléctrico", "cable de alimentación", "conexión de cable de alimentación", "conexión de cable" y "conexión de cable eléctrico" se refieren a un único conjunto de cables que agrupa uno o más cables (por ejemplo, cables de cobre) que transportan CA o corriente eléctrica de CC para proporcionar energía eléctrica. En una o más realizaciones, el conjunto de cable único también incluye otros tipos de cable, tales como cables de fibra óptica que realizan otras funciones además de proporcionar energía eléctrica. Por ejemplo, los cables de fibra óptica pueden transportar luz con el fin de transferir señales de comunicación.

55

60

En el presente documento se divulgan diversos ejemplos para realizar operaciones de fracturación móvil usando un transporte de mezcladora de hidratación. En lugar de tener un transporte de hidratación que esté separado e independiente de un transporte de mezcladora, una flota de fracturación puede reemplazar dos o más transportes diferentes por un solo transporte de mezcladora de hidratación. El transporte de mezcladora de hidratación incluye un tanque de hidratación y una unidad de mezcladora (por ejemplo, una mezcladora de configuración única o una

65

mezcladora de configuración dual) interconectados entre sí usando el sistema de colector interno del transporte de mezcladora de hidratación. El sistema de colector interno acopla directamente el tanque de hidratación y la unidad de mezcladora de tal manera que el tanque de hidratación puede proporcionar fluido de fracturación a la unidad de mezcladora sin requerir colectores u otras conexiones de fluido (por ejemplo, tuberías o mangueras) que son externas al transporte de mezcladora de hidratación. Para aspirar fluido de origen, tal como agua o una mezcla de fluidos (por ejemplo, agua con aditivos químicos), a través de uno o más colectores de entrada, el transporte de mezcladora de hidratación comprende una pluralidad de motores primarios eléctricos que accionan una pluralidad de bombas. Basándose en cómo un operario configura las válvulas de entrada del sistema de colector interno, el transporte de mezcladora de hidratación puede transferir el fluido de origen al tanque de hidratación y la unidad de mezcladora, o desviar completamente el tanque de hidratación y la unidad de mezcladora y transportar el fluido de origen directamente a uno o más colectores de salida. Al hacerlo, el transporte de mezcladora de hidratación puede realizar una diversidad de operaciones que incluyen, pero sin limitación, operaciones directas, operaciones de mezcladora de hidratación y operaciones de flujo dividido.

También se divulgan diversos ejemplos que distribuyen energía eléctrica desde una fuente móvil de electricidad. En una realización para operaciones de fracturación, un sistema de distribución de energía coloca la operación de reducción de tensión aguas abajo y muy cerca del equipo de fracturación dentro de un sistema de fracturación móvil. A modo de ejemplo, un transporte de bomba de fracturación y un transporte de mezcladora de hidratación incluyen ambos transformadores que reducen un nivel de tensión suministrada a uno o más niveles de tensión más bajos que utiliza el equipo de fracturación (por ejemplo, motores primarios eléctricos). Los transportes también podrían incluir accionamientos (por ejemplo, accionamientos de frecuencia variable (VFD)) para controlar y monitorizar los motores primarios eléctricos. Al hacerlo, el sistema de fracturación móvil puede reducir el número de transportes eliminando el uso de un transporte de unidad auxiliar (por ejemplo, el transporte de unidad auxiliar 106 en la figura 2) y/o transportes de energía de accionamiento (por ejemplo, transportes de energía de accionamiento 104 en la figura 2). Un transporte de engranajes de conmutación dentro del sistema de fracturación móvil es entonces capaz de proporcionar directamente a los otros transportes, tales como un transporte de mezcladora de hidratación y el transporte de bomba de fracturación, energía eléctrica a un nivel de media tensión relativamente alto (por ejemplo, 13,8 kV); reduciendo así el número de cables eléctricos para alimentar el equipo de fracturación. El transporte de engranajes de conmutación está conectado a cada transporte de bomba de fracturación utilizando un solo cable eléctrico que suministra energía eléctrica a 13,8 kV. Cada transformador montado en el transporte de bomba de fracturación puede entonces reducir la energía eléctrica suministrada a diferentes niveles de tensión (por ejemplo, 4,2 kV y 480 V) y proporcionar suficiente corriente eléctrica para alimentar el equipo de fracturación.

La figura 1 es un diagrama esquemático de un emplazamiento de pozo 100 que comprende una boca de pozo 101 y un sistema de fracturación móvil 103. En general, un sistema de fracturación móvil 103 puede realizar operaciones de fracturación para completar un pozo y/o transformar un pozo perforado en un pozo de producción. Por ejemplo, el emplazamiento del pozo 100 puede ser un sitio donde los operarios están en el proceso de perforación y finalización de un pozo. Los operarios pueden comenzar el proceso de terminación de pozos con perforación vertical, ejecución de revestimiento de producción y cementación dentro del pozo. Los operarios también pueden insertar una variedad de herramientas de fondo de pozo en el pozo y/o como parte de una sarta de herramientas usada para perforar el pozo. Después de que los operarios perforen el pozo a una cierta profundidad, también se puede perforar una porción horizontal del pozo y posteriormente revestir con cemento. Posteriormente, los operarios pueden empaquetar la plataforma y mover un sistema de fracturación móvil 103 en el emplazamiento de pozo 100 para realizar operaciones de fracturación que fuerzan el fluido de fracturación a presión relativamente alta a través de la boca de pozo 101 hacia formaciones geológicas del subsuelo para crear fisuras y grietas dentro de la roca. El sistema de fracturación móvil 103 puede entonces moverse fuera del emplazamiento de pozo 100 una vez que los operarios completan las operaciones de fracturación. Típicamente, las operaciones de fracturación para el emplazamiento de pozo 100 pueden durar varios días o semanas.

Como se muestra en la figura 1, el sistema de fracturación móvil 103 incluye una fuente móvil de electricidad 102 configurada para generar electricidad mediante la conversión de combustible de hidrocarburo, tal como gas natural, obtenido de una o más otras fuentes (por ejemplo, una boca de pozo de producción, sistemas de tuberías y/o canalizaciones de recolección) en el emplazamiento de pozo 100, desde una ubicación remota fuera del sitio, y/u otra ubicación relativamente conveniente cerca de la fuente móvil de electricidad 102. La fuente móvil de electricidad 102 suministra la electricidad generada al equipo de fracturación para alimentar las operaciones de fracturación en uno o más emplazamientos de pozos. En particular, la fuente móvil de electricidad 102 puede suministrar energía eléctrica al equipo de fracturación dentro del sistema de fracturación móvil 103 que incluye, pero sin limitación, el transporte de engranajes de conmutación 112, los transportes de energía de accionamiento 104, el transporte de unidad auxiliar 106, el transporte de mezcladora 110, la furgoneta de datos 114, el transporte de hidratación 118, el transporte de energía auxiliar 120 y transportes de bomba de fracturación 108 para suministrar fluido de fracturación a través de la boca de pozo 101 a formaciones geológicas del subsuelo.

El transporte de engranajes de conmutación 112 puede recibir la electricidad generada desde la fuente móvil de electricidad 102 a través de una o más conexiones eléctricas. El transporte de engranajes de conmutación 112 usa conexiones eléctricas de 13,8 kilovoltios (kV) para recibir energía desde la fuente móvil de electricidad 102. El transporte de engranajes de conmutación 112 puede comprender una pluralidad de interruptores de desconexión

eléctrica, fusibles, transformadores y/o protectores de circuito para proteger otros equipos de fracturación dentro del sistema de fracturación móvil 103. El transporte de engranajes de conmutación 112 puede transferir entonces la electricidad recibida desde la fuente móvil de electricidad 102 a los transportes de energía de accionamiento 104 y a los transportes de unidad auxiliar 106. El sistema de distribución de energía para suministrar energía desde la fuente móvil de electricidad 102 al sistema de fracturación móvil 103 se analiza con más detalle en la figura 2.

El transporte de la unidad auxiliar 106 puede comprender un transformador y un sistema de control para controlar, supervisar y proporcionar energía al equipo de fracturación conectado eléctricamente. El transporte de unidad auxiliar 106 recibe una conexión eléctrica de media tensión relativamente más alta (por ejemplo, 13,8 kV) y reduce la energía eléctrica a una tensión más baja. Por ejemplo, el transporte de la unidad auxiliar 106 reduce el nivel de tensión de 13,8 kV a 480 V. El transporte de la unidad auxiliar 106 puede proporcionar la tensión reducida a otros equipos de fracturación, como el transporte de mezcladora 110, el almacenamiento de arena y el transportador, la furgoneta de datos 114 y el equipo de iluminación.

Los transportes de energía de accionamiento 104 pueden configurarse para supervisar y controlar uno o más motores primarios eléctricos ubicados en los transportes de bomba de fracturación 108 a través de una pluralidad de conexiones, tales como conexiones eléctricas (por ejemplo, cables de cobre), de fibra óptica, inalámbricas y/o combinaciones de las mismas. Los transportes de energía de accionamiento 104 también pueden recibir energía del transporte de engranajes de conmutación 112 y reducir la conexión eléctrica de 13,8 kV a tensiones más bajas. Los transportes de energía de accionamiento 104 pueden reducir la tensión a 4,2 kV en lugar de otros niveles de tensión más bajos, tales como 600 V, para reducir el tamaño del cable eléctrico y el número de cables eléctricos usados para conectar el sistema de fracturación móvil 103. En la figura 1, el transporte de bomba de fracturación 108 utiliza la energía eléctrica recibida del transporte de energía de accionamiento 104 para alimentar uno o más motores primarios eléctricos que convierten la energía eléctrica en energía mecánica para accionar una o más bombas.

Para formar fluido de fracturación, el transporte de hidratación 118 combina un fluido, tal como agua de un tanque de fracturación, con una mezcla a base de polímero para producir un fluido hidratado con una viscosidad objetivo. La mezcla a base de polímero puede ser un concentrado de mezcla viscosa que contiene polímeros hidratables que incluyen, pero sin limitación, goma de guar, hidroxipropil guar (HPG), carboximetil HPG, carboximetil hidroxietil celulosa y combinaciones de los mismos. Debido a que la mezcla a base de polímero tiene una tasa de hidratación especificada, el nivel de viscosidad del fluido hidratado después de combinar inicialmente la mezcla a base de polímero con el fluido puede no ser igual a la viscosidad objetivo. Típicamente, el fluido hidratado requiere una cierta cantidad de tiempo de mezcla (también conocido como tiempo de residencia) para hidratar la mezcla a base de polímero de modo que el fluido hidratado alcance la viscosidad objetivo. Por ejemplo, después de combinar el fluido de origen con la mezcla a base de polímero, la viscosidad del fluido hidratado aumenta a medida que aumenta el grado de hidratación de la mezcla a base de polímero.

El transporte de mezcladora 110 recibe energía eléctrica del transporte de unidad auxiliar 106 para alimentar una pluralidad de motores primarios eléctricos para realizar una variedad de operaciones de mezcla. Por ejemplo, algunos de los motores primarios eléctricos pueden accionar una o más bombas para encaminar el fluido de origen al transporte de mezcladora 110 para producir fluido de fracturación. Los ejemplos no limitantes incluyen dirigir el fluido de origen (por ejemplo, fluido hidratado del transporte de hidratación 118) recibido en uno o más colectores de entrada en una o más cubas de mezcla y/o descargar fluido de fracturación a través de uno o más colectores de salida para suministrar fluido de fracturación a los transportes de bomba de fracturación 108. Otros motores primarios eléctricos pueden alimentar otras operaciones de mezcla, como dosificar la arena de fracturación en las cubas de mezcla y mezclar el fluido hidratado con la arena de fracturación para formar el fluido de fracturación.

La furgoneta de datos 114 puede ser parte de un sistema de red de control, donde la furgoneta de datos 114 actúa como un centro de control configurado para supervisar y proporcionar instrucciones operativas para operar de forma remota el transporte de hidratación 118, el transporte de mezcladora 110, la fuente móvil de electricidad 102, el transporte de bomba de fracturación 108 y/u otro equipo de fracturación dentro del sistema de fracturación móvil 103. Por ejemplo, la furgoneta de datos 114 puede comunicarse a través del sistema de red de control con los VFD ubicados dentro de los transportes de energía de accionamiento 104 que operan y monitorizan el estado de los motores eléctricos usados para accionar las bombas en los transportes de bomba de fracturación 108. Otros equipos de fracturación mostrados en la figura 1, tales como el transporte de acondicionamiento de gas, los tanques de fracturación, el almacenamiento químico de aditivos químicos, el transportador de arena y el almacenamiento de contenedores de arena son conocidos por los expertos en la materia y, por lo tanto, no se analizan con más detalle.

En lugar de tener un transporte de hidratación 118 y un transporte de mezcladora 110 separados, el sistema de fracturación móvil 103 podría incluir un transporte único de mezcladora de hidratación (no mostrado en la figura 1). Usando la figura 1 como ejemplo, el transporte de mezcladora de hidratación recibe energía eléctrica del transporte de unidad auxiliar 106 para alimentar una pluralidad de motores primarios eléctricos para realizar una variedad de operaciones de hidratación y mezcla. A modo de ejemplo, el tanque de hidratación del transporte de mezcladora de hidratación podría configurarse para realizar un proceso de hidratación continuo para hidratar una mezcla a base de polímero con el fluido de origen para alcanzar la viscosidad objetivo. La implementación de un proceso de hidratación continuo en lugar de un proceso por lotes permite que el tanque de hidratación produzca fluido hidratado según sea

necesario o en tiempo real, donde la tasa de producción de fluido hidratado corresponde a la cantidad de fluido de fracturación que la unidad de mezcladora proporciona al transporte de bomba de fracturación 108. Para proporcionar una cantidad adecuada de tiempo de residencia para hidratar la mezcla a base de polímero, el tanque de hidratación puede dirigir el fluido hidratado para que recorra una trayectoria de flujo tortuosa que retrasa el suministro del fluido hidratado a la unidad de mezcladora.

La trayectoria de flujo tortuosa puede configurarse para proporcionar una cantidad mínima de tiempo de residencia para un caudal dado para producir fluido hidratado con la viscosidad objetivo. Además, la trayectoria de flujo tortuosa está configurada para contener un volumen objetivo de fluido hidratado para mantener una tasa de suministro del fluido hidratado a la unidad de mezcladora. Por ejemplo, para proporcionar un caudal objetivo de aproximadamente 80 a 100 barriles por minuto (bpm) y un tiempo de residencia de aproximadamente tres minutos, la trayectoria de flujo tortuosa o el volumen del tanque de hidratación necesitaría contener al menos aproximadamente 240 barriles. A medida que el fluido hidratado viaja a través de la trayectoria de flujo tortuosa, la trayectoria de flujo tortuosa también puede configurarse para mezclar, agitar y aplicar tensiones de cizalla adicionales que mejoran la hidratación de la mezcla a base de polímero. La trayectoria de flujo tortuosa para el tanque de hidratación puede implementarse usando una variedad de métodos conocidos por los expertos en la materia.

Una o más bombas en el transporte de mezcladora de hidratación pueden dirigir el fluido hidratado con la viscosidad objetivo a la unidad de mezcladora para mezclar arena de fracturación con el fluido hidratado. El transporte de mezcladora de hidratación puede incluir una mezcladora de configuración dual que comprende motores primarios eléctricos (por ejemplo, motores eléctricos) para la maquinaria rotativa. La mezcladora de configuración dual puede tener dos cubas de mezcla separadas configuradas para ser independientes y redundantes, donde una cualquiera o ambas de las cuas de mezcla pueden recibir fluido hidratado que se originó en cualquiera de los colectores de entrada. En otras palabras, el fluido de origen recibido de cualquiera de los colectores de entrada puede hidratarse posteriormente y luego mezclarse por una cualquiera o ambas de las cubas de mezcla. Posteriormente, el fluido de fracturación mezclado se descarga de cualquiera de los colectores de salida. Cuando ambas cubas de mezcla están operativas, la mezcladora de configuración dual puede tener una capacidad de mezcla de hasta aproximadamente 240 bpm. Otros ejemplos del transporte de mezcladora de hidratación pueden utilizar una mezcladora de configuración única que solo tiene una única cuba de mezcla.

La combinación del tanque de hidratación y la mezcladora en un transporte único de mezcladora de hidratación también permite que el transporte de mezcladora de hidratación admita una variedad de modos de funcionamiento, tales como el modo de operación directo, el modo de operación de hidratación y/o el modo de operación de flujo dividido. En un modo de operación directo, el transporte de mezcladora de hidratación recibe el fluido de origen de uno o más colectores de entrada y descarga directamente el fluido de origen a uno o más colectores de salida haciendo que el fluido de origen desvíe tanto el tanque de hidratación como las cubas de mezcla de la unidad de mezcladora. Al hacerlo, el transporte de mezcladora de hidratación suministra fluido de origen, que también puede denominarse fluido limpio, a uno o más transportes de bomba de fracturación 108. En el modo de operación de hidratación, el transporte de mezcladora de hidratación dirige el fluido de origen al tanque de hidratación, bombea el fluido hidratado a las cubas de mezcla para formar fluido de fracturación, y descarga el fluido de fracturación, que también puede denominarse fluido sucio, a uno o más colectores de salida. En un modo de operación de flujo dividido, el transporte de mezcladora de hidratación puede descargar tanto fluido limpio como fluido sucio a diferentes colectores de salida. Para suministrar un flujo dividido a los transportes de bomba de fracturación, una porción del fluido de origen desvía tanto el tanque de hidratación como las cubas de mezcla y fluye directamente hacia los colectores de salida, y una porción restante del fluido de origen se dirige al tanque de hidratación para generar el fluido sucio.

Tener un transporte de mezcladora de hidratación con diferentes modos de operación proporciona a los operarios flexibilidad para utilizar una variedad de fluidos de fracturación. Específicamente, el transporte de mezcladora de hidratación es lo suficientemente flexible como para proporcionar fluido limpio, fluido sucio o ambos en función de la operación de fracturación deseada del operario. Usando la figura 1 como ejemplo, el sistema de fracturación móvil 103 puede tener algunos de los transportes de bomba de fracturación 108 que bombean fluido limpio y otros transportes de bomba de fracturación 108 que bombean fluido sucio como fluido de fracturación. Un operario puede desear utilizar fluido limpio como fluido de fracturación debido a los beneficios potenciales de aumentar y mejorar la vida útil de las bombas de fracturación. Debido al desgaste adicional que puede causar la arena de fracturación y la mezcla a base de polímero, las bombas y los equipos de colectores expuestos a fluido sucio a menudo son susceptibles a mayores costes de mantenimiento y/o disminuciones en la vida útil en comparación con las bombas y los equipos de colectores que funcionan con fluido limpio. Como tal, al hacer que algunos de los transportes de bomba de fracturación 108 bombeen fluido limpio, un operario puede reducir los costes operativos de fracturación.

60 Distribución de energía desde una fuente móvil de electricidad

La figura 2 es un diagrama esquemático de un sistema de distribución de energía de media-baja tensión para el sistema de fracturación móvil 103. Aunque los niveles de tensión y corriente a los que se hace referencia en la figura 2 generalmente se refieren a energía eléctrica de CA, otros ejemplos podrían tener el sistema de fracturación móvil 103 configurado para alimentarse usando energía eléctrica de CC. Como se muestra en la figura 2, la fuente móvil de electricidad 102 proporciona energía conectándose al transporte de engranajes de conmutación 112 usando tres

conexiones de cable de media tensión (por ejemplo, 13,8 kV). En uno o más ejemplos, la fuente móvil de electricidad 102 incluye un transporte de generador eléctrico de turbina que comprime y mezcla aire de combustión con gas hidrocarburo para girar y generar energía mecánica, y luego convierte la energía mecánica en electricidad. La fuente móvil de electricidad 102 también podría incluir un transporte de entrada y escape que proporciona ventilación y aire de combustión al transporte de generador eléctrico de turbina cuando se genera electricidad. La configuración y utilización de un transporte de generador eléctrico de turbina y un transporte de entrada y escape se analizan y muestran con más detalle en la patente de EE. UU. 9.534.473, presentada el 16 de diciembre de 2015 por Jeffrey G. Morris et al. y titulada "Mobile Electric Power Generation for Hydration Fracturing of Subsurface Geological Formations.". En otros ejemplos, la fuente móvil de electricidad 102 podría incluir otras configuraciones de transporte para emplear una fuente centralizada de electricidad que alimenta el equipo de fracturación.

El transporte de engranajes de conmutación 112 contiene un transformador que reduce la energía eléctrica de media tensión (por ejemplo, 13,8 kV) a un nivel de baja tensión (por ejemplo, 480 V) y proporciona una conexión eléctrica de baja tensión (por ejemplo, 480 V) a otros transportes. Usando la figura 2 como ejemplo, el transporte de engranajes de conmutación 112 se conecta a los transportes de energía de accionamiento 104 y al transporte de unidad auxiliar 106 usando la conexión eléctrica de 480 V. La figura 2 también ilustra que el transporte de engranajes de conmutación 112 utiliza cuatro conexiones de cable de 480 V desde un transporte de energía auxiliar 120 que proporciona energía eléctrica para encender, arrancar o alimentar la fuente móvil de electricidad 102 y/o proporcionar energía auxiliar donde la demanda de energía eléctrica pico excede la salida de energía eléctrica de la fuente móvil de electricidad 102. Aunque no se muestra en la figura 2, en otros ejemplos, el transporte de engranajes de conmutación 112 también puede incluir un transformador para reducir la energía eléctrica desde un nivel de media tensión (por ejemplo, 13,8 kV) a un nivel de media tensión relativamente más bajo (por ejemplo, 4,2 kV) y proporcionar el nivel de media tensión relativamente inferior (por ejemplo, 4,2 kV) directamente a los transportes de energía de accionamiento 104.

Como se muestra en la figura 2, tanto el transporte de hidratación 118, el transporte de mezcladora 110 y los transportes de bomba de fracturación 108 no contienen transformadores para reducir la tensión de la energía eléctrica del transporte de engranajes de conmutación 112. En su lugar, las tensiones suministradas para alimentar el equipo de fracturación (por ejemplo, los motores primarios eléctricos) se reducen aguas arriba en diferentes transportes dentro del sistema de fracturación móvil 103. A modo de ejemplo, los transportes de energía de accionamiento 104 pueden manejarse para reducir un nivel de media tensión (por ejemplo, 13,8 kV) que el transporte de engranajes de conmutación 112 suministra a un nivel de media tensión relativamente más bajo (por ejemplo, 4,2 kV), y el transporte de la unidad auxiliar 106 puede reducir un nivel de media tensión (por ejemplo, 13,8 kV) que el transporte de engranajes de conmutación 112 suministra a un nivel de baja tensión (por ejemplo, 480 V). En otros ejemplos, el transporte de engranajes de conmutación 112 puede incluir otros transformadores que reducen la tensión a otras tensiones. Los transportes de energía de accionamiento 104 y el transporte de unidad auxiliar 106 suministran entonces las tensiones reducidas para alimentar los motores primarios eléctricos montados en los transportes (por ejemplo, el transporte de mezcladora 110 y los transportes de bomba de fracturación 108) y otros equipos de fracturación. En uno o más ejemplos, los transformadores y/o accionamientos (por ejemplo, VFD) para controlar los motores primarios eléctricos pueden colocarse en los transportes de energía de accionamiento 104 y/o el transporte de unidad auxiliar 106 porque los transportes de bomba de fracturación 108 y/o transportes de mezcladora 110 pueden no tener suficiente espacio o pueden exceder un límite de peso específico.

En la figura 2, el transporte de engranajes de conmutación 112 proporciona una conexión eléctrica de media tensión (por ejemplo, 13,8 kV) y una conexión eléctrica de baja tensión (por ejemplo, 480 V) a los transportes de energía de accionamiento 104. Específicamente, cada transporte de energía de accionamiento 104 recibe una única conexión de cable de media tensión (por ejemplo, 13,8 kV) desde el transporte de engranajes de conmutación 112 y utiliza transformadores para reducir el nivel de tensión de la energía eléctrica recibida desde el nivel de media tensión (por ejemplo, 13,8 kV) a un nivel de media tensión relativamente más bajo (por ejemplo, 4,2 kV). Cada transporte de energía de accionamiento 104 también recibe una única conexión de cable de baja tensión (por ejemplo, 480 V) desde el transporte de engranajes de conmutación 112. Después de que los transportes de energía de accionamiento 104 reciban energía eléctrica del transporte de engranajes de conmutación 112, cada transporte de energía de accionamiento 104 proporciona energía eléctrica a dos transportes de bomba de fracturación 108 diferentes. En otras palabras, el sistema de fracturación móvil 103 implementa una relación de 2:1 con respecto al número de transportes de bomba de fracturación 108 que reciben energía eléctrica de un transporte de energía de accionamiento 104. Otros ejemplos podrían tener diferentes relaciones donde el transporte de energía de accionamiento 104 suministra energía a un transporte único de bomba de fracturación 108 (por ejemplo, relación 1:1) o más de dos transportes de bomba de fracturación 108 (por ejemplo, relación de 3:1 o 4:1).

Como se muestra en la figura 2, cada transporte de energía de accionamiento 104 suministra una conexión de cable de baja tensión (por ejemplo, 480 V) y dos conexiones de cable de media tensión relativamente más baja (por ejemplo, 4,2 kV) para alimentar cada transporte de bomba de fracturación 108. La conexión de cable de baja tensión puede suministrar energía eléctrica a los accionamientos (por ejemplo, VFD) y/u otros equipos eléctricos (por ejemplo, sensores) montados en el transporte de bomba de fracturación 108. Las dos conexiones de cable de media tensión (por ejemplo, 4,2 kV) suministran energía eléctrica a uno o más motores primarios eléctricos que accionan una o más bombas que bombean fluido de fracturación en un pozo. A modo de ejemplo, el transporte de bomba de fracturación 108 contiene un motor eléctrico de doble eje de 5000 caballos de fuerza (HP) que utiliza aproximadamente 600

amperios (A) de corriente eléctrica para operar. El motor eléctrico de doble eje podría ser un motor eléctrico de doble eje que se analiza y se muestra con más detalle en la patente de EE. UU. 9.534.473, presentada el 16 de diciembre de 2015 por Jeffrey G. Morris et al. y titulada "Mobile Electric Power Generation for Hydration Fracturing of Subsurface Geological Formations". Para suministrar suficiente energía eléctrica, cada una de las conexiones de cable de media
 5 tensión (por ejemplo, 4,2 kV) podría proporcionar aproximadamente 300 A de corriente eléctrica. Tener un solo cable eléctrico de media tensión (por ejemplo, 4,2 kV) que proporcione 600 A de corriente eléctrica al motor eléctrico de doble eje puede no ser deseable debido a problemas de seguridad con el flujo de corriente relativamente alto. Además de las preocupaciones de seguridad con respecto al flujo de corriente relativamente alto (por ejemplo, 600 A), tener un solo cable eléctrico también podría causar problemas de conexión y/o desconexiones debido al tamaño de cable
 10 más grueso usado para soportar un flujo de corriente relativamente alto.

La figura 2 también ilustra que el transporte de engranajes de conmutación 112 suministra una única conexión de cable de media tensión (por ejemplo, 13,8 kV) y una única conexión de cable de baja tensión (por ejemplo, 480 V) a un transporte de unidad auxiliar 106. El transporte de unidad auxiliar 106 incluye al menos un transformador para
 15 reducir la tensión desde el nivel de media tensión (13,8 kV) al nivel de baja tensión (por ejemplo, 480 V). El transporte de unidad auxiliar 106 suministra una conexión eléctrica de bajo nivel de tensión (por ejemplo, 480 V) tanto al transporte de hidratación 118 como al transporte de mezcladora 110. En la figura 2, el transporte de hidratación 118 y el transporte de mezcladora 110 están separados e independientes entre sí, donde el transporte de hidratación 118 recibe dos conexiones de cable de baja tensión (por ejemplo, 480 V) y el transporte de mezcladora 110 recibe ocho
 20 conexiones de cable de baja tensión (por ejemplo, 480 V) desde el transporte de la unidad auxiliar 106. Otros ejemplos del sistema de distribución de energía pueden hacer que el transporte de la unidad auxiliar 106 proporcione una conexión eléctrica de baja tensión (por ejemplo, 480 V) (por ejemplo, diez conexiones de cable) a un transporte único de la unidad de mezcladora de hidratación para cuando el transporte de la mezcladora 110 y el transporte de hidratación 118 están integrados en un transporte único.

La figura 3 es un diagrama esquemático de una realización de un sistema de distribución de energía de media tensión para el sistema de fracturación móvil 302. En contraste con la figura 2, el sistema de distribución de energía mueve el escalón de tensión más abajo aguas abajo colocando los transformadores 310 y/o 312 en los transportes de bomba de fracturación 304 y el transporte de mezcladora de hidratación 306. Como se muestra en la figura 3, el sistema de
 30 fracturación móvil 302 reduce el número de transportes al eliminar la necesidad de un transporte de unidad auxiliar (por ejemplo, el transporte de unidad auxiliar 106 en la figura 2) y/o transportes de energía de accionamiento (por ejemplo, transportes de energía de accionamiento 104 en la figura 2). En su lugar, los accionamientos (por ejemplo, los VFD) para controlar y monitorizar los motores primarios eléctricos de los transportes de bomba de fracturación 304 y los transformadores 310 y/o 312 para reducir la tensión para la energía eléctrica están montados en el transporte de
 35 bomba de fracturación 304 y el transporte de mezcladora de hidratación 306.

La figura 3 ilustra que el transporte de engranajes de conmutación 308 se conecta a una fuente móvil de electricidad 102 con seis conexiones de cable de media tensión (por ejemplo, 13,8 kV). El transporte de engranajes de conmutación también se conecta a un transporte de energía auxiliar 120 con una conexión de cable de media tensión
 40 (por ejemplo, 13,8 kV). El transporte de engranajes de conmutación 308 también incluye un transformador 312 que reduce la energía eléctrica recibida a un nivel de media tensión (por ejemplo, 13,8 kV) desde el transporte de energía auxiliar 120 a un nivel de baja tensión (por ejemplo, 480 V). La conexión de bajo nivel de tensión (por ejemplo, 480 V) puede proporcionar energía eléctrica para encender, arrancar o alimentar la fuente móvil de electricidad 102. En contraste con la figura 2, el transporte de engranajes de conmutación 308 no emite ni proporciona conexiones eléctricas de baja tensión (por ejemplo, 480 V) a otros transportes. Específicamente, el transporte de engranajes de conmutación 308 emite y suministra conexiones de cable de media tensión (por ejemplo, 13,8 kV) directamente al
 45 transporte de mezcladora de hidratación 306 y al transporte de bomba de fracturación 304 sin conectarse a ningún transporte intermedio (por ejemplo, transporte de energía de accionamiento 104 y transporte de unidad auxiliar 106 en la figura 2). La figura 3 representa que el transporte de engranajes de conmutación 308 genera un total de siete conexiones de cable de media tensión (por ejemplo, 13,8 kV), donde cada transporte de bomba de fracturación 304 está conectado directamente al transporte de engranajes de conmutación 308 con una sola conexión de cable de media tensión (por ejemplo, 13,8 kV). El transporte de engranajes de conmutación 308 también se conecta directamente al transporte de mezcladora de hidratación 306 usando una única conexión de cable de media tensión
 50 (por ejemplo, 13,8 kV).

El sistema de distribución de energía de media tensión mostrado en la figura 3 es capaz de reducir el número de cables eléctricos utilizados para suministrar energía eléctrica al transporte de bomba de fracturación 304 y al transporte de mezcladora de hidratación 306 en comparación con el sistema de distribución de energía media-baja mostrado en la figura 2. Específicamente, cuando se compara con el sistema de distribución de energía media-baja mostrado en la
 60 figura 2, el sistema de distribución de energía de media tensión de la figura 3 es capaz de reducir el número de cables eléctricos que proporcionan energía a cada transporte de bomba de fracturación 304. Como se muestra en la figura 3, el sistema de fracturación móvil 302 reduce el número de cables eléctricos de tres cables eléctricos a un cable eléctrico para cada transporte de bomba de fracturación 304. Se muestra una reducción adicional de cables eléctricos suministrando un cable eléctrico al transporte de mezcladora de hidratación 306 en lugar de los diez cables eléctricos usados para alimentar tanto el transporte de mezcladora 110 como el transporte de hidratación 118. Una razón por la
 65 que el sistema de distribución de energía de media tensión puede utilizar menos cables eléctricos es que cada cable

eléctrico no necesita suministrar una corriente relativamente alta (por ejemplo, 600 A) a cada uno de los transportes de bomba de fracturación 304 y el transporte de mezcladora de hidratación 306. El suministro de energía eléctrica a niveles de corriente relativamente más bajos evita las preocupaciones de seguridad y/o los problemas de conexión/desconexión asociados con el uso de un único cable eléctrico que suministra una corriente relativamente alta (por ejemplo, 600 A).

Cada transporte de bomba de fracturación 304 puede incluir uno o más transformadores para reducir la tensión recibida desde el transporte de engranajes de conmutación 308 a diferentes niveles de tensión. Usando la figura 3 como ejemplo, cada transporte de bomba de fracturación 304 puede incluir dos transformadores separados e independientes, un primer transformador 310 para reducir a un nivel de tensión de 4,2 kV y un segundo transformador 312 para reducir a un nivel de tensión de 480 V. En otros ejemplos, cada transporte de bomba de fracturación 304 podría incluir un único transformador que produce múltiples niveles de tensión. Por ejemplo, el transporte de bomba de fracturación 304 puede montar un transformador trifásico o de tres devanados para reducir la tensión a dos niveles de tensión diferentes. Recuérdese que el nivel de tensión de 4,2 kV suministra energía eléctrica a uno o más motores primarios eléctricos que accionan una o más bombas y los 480 V suministran energía eléctrica a los accionamientos y/u otra instrumentación de control montada en el transporte de bomba de fracturación 304. Los transformadores 310 y 312 están configurados para suministrar suficiente corriente eléctrica para alimentar los motores primarios, accionadores y/u otra instrumentación de control.

La figura 3 también ilustra que el transporte de mezcladora de hidratación 306 puede incluir un transformador que reduce el nivel de tensión a 480 V. El transporte de mezcladora de hidratación 306 puede usar los niveles de tensión reducidos para proporcionar energía eléctrica a los motores primarios eléctricos para el transporte de mezcladora de hidratación 306, accionamientos y/u otra instrumentación de control montada en el transporte de mezcladora de hidratación 306. El transporte de mezcladora de hidratación 306 también puede configurarse para proporcionar energía eléctrica al nivel de tensión de 480 V a otro equipo de fracturación aguas abajo, tal como el transportador de arena. En la figura 3, el sistema de distribución de energía de media tensión puede utilizar dos conexiones eléctricas para proporcionar energía eléctrica al transportador de arena. Aunque la figura 3 ilustra que el transporte de engranajes de conmutación 308 proporciona energía eléctrica a un transporte de mezcladora de hidratación 306, otras realizaciones podrían tener el transporte de engranajes de conmutación 308 conectado por separado a un transporte de hidratación y un transporte de mezcladora. En una realización de este tipo, el transporte de engranajes de conmutación 308 puede conectarse al transporte de hidratación usando una única conexión de cable de media tensión (por ejemplo, 13,8 kV) y otra única conexión de cable de media tensión (por ejemplo, 13,8 kV) para conectarse al transporte de mezcladora.

Al montar los accionamientos y transformadores 310 y/o 312 en el transporte de bomba de fracturación 304 y el transporte de mezcladora de hidratación 306, los transportes se vuelven individualmente autónomos al eliminar la necesidad de otros remolques basados en soportes separados, como el transporte de la unidad auxiliar y los transportes de energía de accionamiento, que proporcionan conversión de energía y/o control de accionamiento. Tener remolques autónomos permite que el sistema de fracturación móvil 302 se vuelva escalable y flexible, donde cada transporte de bomba de fracturación puede ser intercambiable entre sí. Por ejemplo, si el pozo es relativamente pequeño, el sistema de fracturación móvil 302 puede tener un número reducido de transportes de bomba de fracturación 304 (por ejemplo, cuatro transportes en lugar de seis transportes). A la inversa, si el pozo es grande y/o el emplazamiento de pozo está ubicado en altas elevaciones y/o altas temperaturas, se pueden apilar más transportes de bomba de fracturación 304 para aumentar la capacidad de bombeo sin utilizar transportes adicionales basados en soporte (por ejemplo, los transportes de energía de accionamiento 104 mostrados en las figuras 1 y 2).

Con referencia a la figura 3, la divulgación describe un transporte de engranajes de conmutación 308 que recibe energía eléctrica de una fuente eléctrica móvil. Sin embargo, otras realizaciones podrían hacer que el transporte de engranajes de conmutación 308 reciba energía eléctrica de otros tipos de fuentes de energía, tales como una red eléctrica o una fuente de energía estacionaria. Adicionalmente o como alternativa, el sistema de fracturación móvil 302 mostrado en la figura 3 puede utilizar un transporte de hidratación y un transporte de mezcladora separados en lugar del transporte de mezcladora de hidratación 306.

Transporte de mezcladora de hidratación

La figura 4A ilustra una vista lateral de un transporte de mezcladora de hidratación 400 que comprende un tanque de hidratación 402, una unidad de mezcladora 404, un motor primario eléctrico 406, una bomba 408 y múltiples grupos de colectores 410, 412 y 414. La figura 4A también representa el transporte de mezcladora de hidratación 400 como un remolque que incluye cuatro ejes. Otros ejemplos del transporte de mezcladora de hidratación 400 pueden variar el número de ejes dependiendo del peso del equipo de fracturación y/o el tamaño del tanque de hidratación 402. Por ejemplo, el transporte de mezcladora de hidratación 400 puede incluir tres ejes para permitir el montaje de un tanque de hidratación 402 con mayor volumen. Al retirar el eje 401 del remolque, el transporte de mezcladora de hidratación 400 tiene más espacio disponible para montar un tanque de hidratación 402 más grande.

Dependiendo de los modos de operación, los grupos de colectores 410, 412 y 414 pueden configurarse como colectores de entrada que reciben fluido de origen y/o colectores de salida que suministran fluido de fracturación a uno o más transportes de bomba de fracturación. Los grupos de colectores 410, 412 y 414 están acoplados al sistema de

ES 3 021 412 T3

colector interno del transporte de mezcladora de hidratación 400 para encaminar el fluido dentro del transporte de mezcladora de hidratación 400. Los motores primarios eléctricos 406 (por ejemplo, motores eléctricos) pueden accionar las bombas 408 para aspirar y suministrar fluido de origen al tanque de hidratación 402, la unidad de mezcladora 404 y/o directamente a otro grupo de colectores basándose en la configuración del sistema de colector interno. Para implementar una diversidad de modos de operación, el sistema de colector interno incluye una pluralidad de válvulas (no mostradas en la figura 4A) configuradas para aislar diferentes secciones del sistema de colector interno.

El sistema de colector interno puede comprender un sistema de colector de tanque de hidratación 416, un sistema de colector de mezcladora de hidratación 418, un sistema de colector de salida de mezcladora 420, un sistema de colector de interconector 424 y un sistema de colector debajo del tanque 430. El sistema de colector de interconector 424 puede conectar los grupos de colectores 410, 412 y 414, las bombas 408, el sistema de colector de tanque de hidratación 416, el sistema de colector de mezcladora de hidratación 418 y el sistema de colector debajo del tanque 430 entre sí. Para conectar el sistema de colector de interconector 424 a los grupos de colectores 410 y 412, los puntos de conexión 426 y 432, respectivamente, pueden usarse para conectar el sistema de colector de interconector 424 al sistema de colector debajo del tanque 430. El sistema de colector de tanque de hidratación 416 puede configurarse para recibir fluido de origen desde uno o más de los grupos de colectores 410, 412 y 414 a través del sistema de colector de interconector 424 para transportar el fluido de origen dentro del tanque de hidratación 402.

Después de que el tanque de hidratación 402 hidrata la mezcla a base de polímero con el fluido de origen, el sistema de colector de mezcladora de hidratación 418 transporta el fluido hidratado desde el tanque de hidratación 402 a las cubas de mezcla 454. Una vez que las cubas de mezcla 454 mezclan arena de fracturación con el fluido hidratado para formar fluido de fracturación, el sistema de colector de salida de mezcladora 420 puede transportar el fluido de fracturación desde la unidad de mezcladora 404 a uno o más grupos de colectores 410, 412 y 414. Un sistema de colector de realimentación 428 puede configurarse para realimentar líquido dentro del tanque de hidratación 402 para mantener un nivel deseado de fluido hidratado. El sistema de colector debajo del tanque 430 puede configurarse para conectar los grupos de colectores 410, 412 y 414 entre sí. Aunque no se ilustra, el sistema de colector interno mostrado en la figura 4 puede incluir otros componentes conocidos por los expertos en la materia para monitorizar las propiedades de los fluidos y/o dirigir los fluidos dentro del transporte de mezcladora de hidratación 400, tales como caudalímetros, densímetros y válvulas.

Como se muestra en la figura 4A, el transporte de mezcladora de hidratación 400 puede incluir un sistema de alimentación y control 436. En un ejemplo, el sistema de alimentación y control 436 puede incluir un accionamiento (por ejemplo, un VFD) para controlar los motores primarios eléctricos 406 y un transformador para reducir la tensión de entrada. Por ejemplo, el transformador está configurado para recibir una tensión relativamente más alta (por ejemplo, 13,8 kV) y reducir el nivel de tensión a 480 V. El sistema de alimentación y control 436 también puede configurarse para proporcionar energía eléctrica al nivel de tensión de 480 V para otro equipo de fracturación aguas abajo, tal como el transportador de arena. En otro ejemplo, el sistema de alimentación y control 436 puede incluir el accionamiento para controlar los motores primarios eléctricos 406, pero puede no incluir el transformador y en su lugar recibe alimentación con la tensión reducida (por ejemplo, 480 V) de otro transporte.

La figura 4A ilustra que la unidad de mezcladora 404 es una mezcladora de configuración dual que incluye dos módulos de mezcla separados para producir fluido de fracturación. Cada módulo de mezcla incluye una cuba de mezcla 454, una tolva 450 (también conocida como tanques de compensación) y un componente de dosificación 452 (por ejemplo, una barrena). Para alimentar las operaciones de mezcla, la unidad de mezcladora 404 también puede incluir los motores primarios 456 y 458. Como se muestra en la figura 4A, cada uno de los módulos de mezcla incluye un motor primario eléctrico 456 para alimentar el componente de dosificación 452 que dosifica la arena de fracturación en la cuba de mezcla 454, y un motor primario eléctrico 458 para accionar las bombas para alimentar la cuba de mezcla. La cuba de mezcla 454 mezcla la arena de fracturación y el fluido hidratado recibido del sistema de colector de mezcladora de hidratación 418 para producir el fluido de fracturación que se descarga a través del sistema de colector de salida de mezcladora 420. La cuba de mezcla 454 puede descargar el fluido de fracturación usando una bomba (no mostrada en la figura 4A) accionada por un motor primario.

En la figura 4A, el componente de dosificación 452 es una barrena colocada en una inclinación para dosificar la arena de fracturación en una cuba de mezcla 454. Otros ejemplos de la unidad de mezcladora 404 pueden tener el componente de dosificación 452 colocado en una orientación recta u horizontal. Controlar y medir correctamente la arena de fracturación en la cuba de mezcla 454 afecta a la concentración global de apuntalante del fluido de fracturación (por ejemplo, el peso de la mezcla). Controlar la concentración general de apuntalante es ventajoso porque la concentración general de apuntalante podría afectar al transporte de apuntalante y las dimensiones de fractura apuntalada de las formaciones geológicas del subsuelo y la realización del tratamiento de fracturación hidráulica.

La unidad de mezcladora 404 puede configurarse para producir fluido de fracturación usando arena de fracturación seca y/o arena de fracturación húmeda. En un ejemplo, para poder producir fluido de fracturación usando arena de fracturación húmeda, la unidad de mezcladora 404 puede incluir uno o más componentes vibradores (por ejemplo, vibradores mecánicos, pantallas de vibración y generadores acústicos), que no se muestran en la figura 4A, para licuar

la arena y mejorar las propiedades de flujo de la arena de fracturación húmeda. Los componentes del vibrador pueden ser alimentados por una variedad de fuentes de energía que incluyen, pero sin limitación, presión de aire, hidráulica y/o electricidad. Cuando se alimentan los componentes del vibrador con electricidad, la unidad de mezcladora 404 incluye motores eléctricos para accionar bombas hidráulicas que operan los componentes del vibrador. Al controlar los motores eléctricos, un operario puede controlar indirectamente uno o más componentes del vibrador a través de la presión hidráulica. En otro ejemplo, los operarios pueden controlar el uno o más componentes vibradores directamente conectando uno o más motores eléctricos a uno o más componentes vibradores. El ajuste de los atributos de los motores eléctricos, como la frecuencia, la tensión y/o el amperaje, podría variar el funcionamiento de los componentes del vibrador. Para reducir la vibración y las perturbaciones en otros componentes del transporte de mezcladora de hidratación 400, la unidad de mezcladora 404 puede incluir un sistema de aislamiento de vibraciones que incluye resortes, bolsas de aire, amortiguadores a base de caucho (por ejemplo, casquillos de caucho) y/u otros componentes de aislamiento de vibraciones. En ejemplos donde se usa una pantalla de vibración y/u ondas acústicas para licuar arena directamente sin hacer vibrar la cuba de mezcla, el sistema de aislamiento de vibraciones puede amortiguar y reducir la cantidad de vibración experimentada por la cuba de mezcla. El procesamiento y licuefacción de arena de fracturación húmeda se analiza con más detalle en la solicitud de patente de EE. UU. n.º 15/452.415, presentada el 7 de marzo de 2017 por Jeffrey G. Morris et al. y titulada "Utilizing Wet Fracturing Sand for Hydraulic Fracturing Operations".

La figura 4B ilustra una vista en sección transversal debajo del tanque del transporte de mezcladora de hidratación 400. Específicamente, la figura 4B representa la vista en sección transversal C-C ilustrada en la figura 4A que destaca el sistema de colector debajo del tanque 430. Como se muestra en la figura 4B, el sistema de colector debajo del tanque 430 incluye dos lados redundantes que se acoplan entre sí usando colectores de cruce 440 y 442. El sistema de colector de salida de mezcladora 420 analizado en la figura 4A, se conecta a ambos lados del sistema de colector debajo del tanque 430 en los puntos de conexión 444 de tal manera que la salida de una de las cubas de mezcla se conecta a un lado del sistema de colector debajo del tanque 430. Los colectores de cruce 440 y 442 permiten que el fluido de fracturación se descargue a cualquier lado o a ambos lados del transporte de mezcladora de hidratación 400 y también permiten que el tanque de hidratación reciba fluido de origen desde cualquier lado del transporte de mezcladora de hidratación 400. Cada lado del sistema de colector debajo del tanque 430 también incluye los grupos de colectores 410, 412 y 414, donde cada grupo de colectores puede aislarse usando valores (no mostrados en la figura 4B). Los colectores de cruce 440 y 442 pueden incluir válvulas para permitir o evitar que el fluido fluya a ambos lados del sistema de colector debajo del tanque 430.

La figura 4B también ilustra que el sistema de colector debajo del tanque 430 incluye tres puntos de conexión de bomba 446, puntos de conexión 426 y un punto de conexión 432. Los tres puntos de conexión de bomba 446 interconectan el sistema de colector debajo del tanque 430 a las bombas 408 mostradas en la figura 4A. La figura 4A ilustra que los motores primarios eléctricos 406 se colocan por encima de las bombas 408 de tal manera que uno o más de los motores primarios eléctricos 406 pueden accionar una o más bombas 408. Las bombas 408 pueden entonces dirigir el fluido de origen y/o el fluido de fracturación hacia dentro y fuera del sistema de colector debajo del tanque 430. Por ejemplo, las bombas 408 pueden bombear fluido de origen recibido desde uno o más grupos de colectores 410, 412 y 414 al sistema de colector de interconector 424 a través de puntos de conexión 426. Se pueden ajustar una o más válvulas de acuerdo con el modo de operación para el transporte de mezcladora de hidratación 400. Por ejemplo, para implementar la operación de transmisión dividida, una válvula asociada con el punto de conexión 432 puede establecerse en una posición abierta de modo que el fluido de origen recibido de los grupos de colectores 410, 412 y 414 se envíe directamente a otros grupos de colectores 410, 412, y 414 (por ejemplo, el grupo de colectores 412) y eluda el tanque de hidratación 402. En otras palabras, el punto de conexión 432 puede usarse para derivar los tanques de hidratación 402 y las cubas de mezcla 454 y bombear directamente el fluido de origen recibido de uno o más grupos de colectores 410, 412 y 414 de vuelta a otros grupos de colectores 410, 412, y 414.

La figura 4C ilustra una vista en sección transversal del transporte de mezcladora de hidratación 400 que representa el interior del tanque de hidratación 402. Como se muestra en la figura 4C, el interior del tanque de hidratación 402 incluye el sistema de colector de interconector 424 que permite que las bombas, accionadas por motores primarios eléctricos 406, dirijan fluido a diferentes secciones del sistema de colector interno. En particular, el sistema de colector de interconector 424 se conecta al sistema de colector de tanque de hidratación 416 a través de los puntos de conexión 462 y 438, y se conecta al sistema de colector de mezcladora de hidratación 418 a través del punto de conexión 464. Usando el sistema de colector de interconector 424, las bombas pueden dirigir el fluido de origen recibido en uno o más grupos de colectores 410, 412 y 414 al tanque de hidratación a través del sistema de colector de tanque de hidratación 416 y/o bombear fluido hidratado a las cubas de mezcla 454 a través del sistema de colector de mezcladora de hidratación 418.

La figura 4D ilustra una vista superior del transporte de mezcladora de hidratación 400 que representa la parte superior del tanque de hidratación 402. En la figura 4D, el sistema de colector de tanque de hidratación 416 recibe fluido de origen y dirige ese fluido de origen a un difusor ubicado en la parte superior del tanque de hidratación 402. El difusor combina el fluido de origen con la mezcla a base de polímero y alimenta el fluido hidratado a una trayectoria de flujo tortuosa dentro del tanque de hidratación 402. Una vez que el fluido hidratado viaja a través de la trayectoria de flujo tortuosa, el sistema de colector de mezcladora de hidratación 418 obtiene el fluido hidratado a través del sistema de colector de interconector 424 y suministra el fluido hidratado a las cubas de mezcla 454. En un ejemplo, el sistema de

colector de mezcladora de hidratación 418 incluye dos conexiones de colector diferentes, donde cada conexión de colector suministra fluido hidratado a una de las cubas de mezcla 454. Posteriormente, la cuba de mezcla descarga el fluido de fracturación a través del sistema de colector de salida de mezcladora 420.

5 La figura 4E ilustra una vista en sección transversal del transporte de mezcladora de hidratación 400 que corresponde al corte de sección A-A mostrado en la figura 4D. En la figura 4E, la combinación del motor primario eléctrico 406 y la bomba 408 está montada en una posición vertical de tal manera que el motor primario eléctrico 406 está montado en la parte superior de la bomba 408. Las bombas 408 también están conectadas al sistema de colector debajo del tanque 430. Se pueden usar tres combinaciones diferentes del motor primario eléctrico 406 y la bomba 408 para proporcionar suficiente energía para bombear simultáneamente el fluido de origen al transporte de mezcladora de hidratación 400, bombear el fluido hidratado al interior de las cubas de mezcla 454 y/o bombear el fluido fuera del transporte de mezcladora de hidratación 400. En un ejemplo, las bombas 408 pueden ser bombas centrífugas.

15 La figura 4F ilustra una vista en sección transversal debajo del tanque de otro ejemplo de un transporte de mezcladora de hidratación 400. Específicamente, la figura 4F representa la ilustración de vista en sección transversal C-C de un sistema de colector debajo del tanque 480 que es sustancialmente similar al sistema de colector debajo del tanque 430 mostrado en la figura 4B. El sistema de colector debajo del tanque 480 es similar al sistema de colector debajo del tanque 430, excepto que el sistema de colector debajo del tanque 480 incluye un sumidero 482 para recoger y extraer fluido del tanque de hidratación 402. A modo de ejemplo, cuando un operario completa un trabajo de fracturación, el operario puede vaciar el fluido almacenado dentro del tanque de hidratación 402 antes del transporte. Un operario puede desviar el fluido almacenado dentro del tanque de hidratación 402 al sumidero 482 cuando descarga fluido fuera del tanque de hidratación 402.

25 La figura 5 ilustra un ejemplo de un transporte de mezcladora de hidratación 500 que incluye una única cuba de mezcla. La figura 5 ilustra una vista superior del transporte de mezcladora de hidratación 500 que representa la parte superior del tanque de hidratación. La figura 5 es similar a la figura 4D, excepto que se han eliminado los colectores dentro del sistema de colector de mezcladora de hidratación 418 y el sistema de colector de salida de mezcladora 420 que corresponden a la cuba de mezcla faltante. Por ejemplo, en la figura 4D, una vez que el fluido hidratado se desplaza a través de la trayectoria de flujo tortuosa, el sistema de colector de mezcladora de hidratación 418 suministra el fluido hidratado a solo una cuba de mezcla 454. El sistema de colector de mezcladora de hidratación 418 incluye solo una conexión de colector para suministrar fluido hidratado a las cubas de mezcla 454. Posteriormente, la cuba de mezcla 454 descarga el fluido de fracturación a través del sistema de colector de salida de mezcladora 420 (por ejemplo, usando una bomba no mostrada en la figura 5), que solo tiene una conexión de colector de salida a la cuba de mezcla 454. Aunque la figura 5 ilustra que pueden usarse tres motores primarios eléctricos 406 para accionar tres bombas 408, otros ejemplos del transporte de mezcladora de hidratación 500 podrían incluir dos motores primarios eléctricos 406 que accionan dos bombas 408.

40 La figura 6 es un diagrama de flujo de un ejemplo de un método 600 para proporcionar fluido de fracturación usando un transporte único de mezcladora de hidratación. El método 600 puede corresponder al modo de operación de la mezcladora de hidratación y al modo de operación del flujo dividido. El uso y la discusión de la figura 6 es solo un ejemplo para facilitar la explicación y no pretende limitar la divulgación a este ejemplo específico. Por ejemplo, aunque la figura 6 ilustra que los bloques dentro del método 600 se implementan en un orden secuencial, el método 600 no se limita a este orden secuencial. Por ejemplo, uno o más de los bloques, tales como los bloques 604 y 606, podrían implementarse en paralelo.

45 El método 600 puede comenzar en el bloque 602 recibiendo fluido de origen desde uno o más colectores de entrada/salida. Para implementar el bloque 602, el método 600 puede configurar uno o más valores dentro del transporte de mezcladora de hidratación de manera que algunos de los colectores de entrada/salida estén configurados para recibir fluido de origen y algunos de los colectores de entrada/salida descarguen fluido de fracturación. El método 600 puede moverse entonces al bloque 604 y accionar una o más bombas para encaminar el fluido de origen desde los colectores de entrada/salida a un tanque de hidratación. En un ejemplo, el método 600 puede usar motores primarios eléctricos para accionar bombas para encaminar el fluido de origen.

55 El método 600 continúa al bloque 606 e hidrata una mezcla a base de polímero con el fluido de origen para producir fluido hidratado con una viscosidad objetivo. En un ejemplo, el método 600 puede utilizar una trayectoria de flujo tortuosa que proporciona suficiente tiempo de residencia y un caudal para suministrar fluido de fracturación a una unidad de mezcladora. Posteriormente, el método 600 se mueve al bloque 608 y acciona una o más bombas para encaminar el fluido hidratado a una o más cubas de mezcla. El método 600 luego se mueve al bloque 610 y mezcla el fluido hidratado con arena de fracturación dosificada para producir fluido de fracturación. Posteriormente, el método 600 continúa hasta el bloque 612 y acciona una o más bombas para descargar el fluido de fracturación de las cubas de mezcla. Antes de descargar el fluido de fracturación, el método 600 puede configurar una o más válvulas para dirigir qué colectores de entrada/salida reciben el fluido de fracturación.

65 La figura 7 es un diagrama de flujo de un ejemplo de un método 700 para suministrar energía eléctrica a un equipo de fracturación usando un sistema de distribución de energía de media tensión. Por ejemplo, el sistema de distribución de energía de media tensión que incluye el transporte de engranajes de conmutación 308 y los transformadores 310

5 y 312 mostrados en la figura 3 puede implementar el método 700. El uso y la discusión de la figura 7 es solo un ejemplo para facilitar la explicación y no pretende limitar la divulgación a este ejemplo específico. Por ejemplo, aunque la figura 7 ilustra que los bloques dentro del método 700 se implementan en un orden secuencial, el método 700 no se limita a este orden secuencial. Por ejemplo, uno o más de los bloques, tales como los bloques 704 y 706, podrían implementarse en paralelo.

10 El método 700 puede comenzar en el bloque 702 recibiendo energía eléctrica desde una fuente móvil de electricidad en un nivel de media tensión. A modo de ejemplo, el método 700 recibe energía eléctrica de 13,8 kV o en algún otro nivel de media tensión relativamente más alto desde la fuente móvil de electricidad. En uno o más otros ejemplos, el método 700 puede recibir energía eléctrica de otras fuentes de energía, tal como una red eléctrica o una central eléctrica. El método 700 puede moverse a continuación al bloque 704 y suministrar energía eléctrica a uno o más transportes de bomba de fracturación en el nivel de media tensión (por ejemplo, 13,8 kV). En el bloque 704, el método 700 no reduce la energía eléctrica recibida desde la fuente móvil de electricidad a un nivel de tensión más bajo usando transformadores. En su lugar, el método 700 en el bloque 706 suministra energía eléctrica a uno o más transportes al nivel de media tensión. Como se analiza con referencia a la figura 3, el método 700 es capaz de reducir el número de cables eléctricos usados para suministrar energía eléctrica a los transportes, tales como el transporte de bomba de fracturación 304 y el transporte de mezcladora de hidratación 306, en comparación con el sistema de distribución de energía media-baja mostrado en la figura 2.

20 El método 700 continúa en el bloque 708 y reduce el nivel de media tensión recibido en los transportes de bomba de fracturación a uno o más niveles de tensión más bajos. En un ejemplo, el método 700 puede reducir el nivel de tensión a un nivel de media tensión inferior (por ejemplo, 4,2 kV) o un nivel de baja tensión (por ejemplo, 600 V o 480 V). Al reducir la tensión en el transporte de bomba de fracturación, el método 700 puede reducir el número de transportes eliminando los transportes de energía de accionamiento (por ejemplo, los transportes de energía de accionamiento 104 en la figura 2). Posteriormente, el método 700 se mueve al bloque 710 y reduce el nivel de media tensión recibido en otros transportes a uno o más niveles de tensión más bajos. Por ejemplo, el método 700 puede reducir la tensión en un transporte de hidratación, un transporte de mezcladora, un transporte de mezcladora de hidratación o combinaciones de los mismos. Reducir la tensión en los diferentes transportes también reduce el número de transportes eliminando el transporte de la unidad auxiliar. Posteriormente, el método 700 puede moverse al bloque 712 y suministrar energía eléctrica a uno o más motores primarios eléctricos montados en los transportes de bomba de fracturación y otros transportes con los niveles de tensión más bajos.

35 Se divulga al menos una realización y las variaciones, combinaciones y/o modificaciones de la realización o realizaciones y/o características de la realización o realizaciones llevadas a cabo por un experto en la materia están dentro del alcance de la divulgación. Las realizaciones alternativas que resultan de combinar, integrar y/u omitir características de la realización o realizaciones también están dentro del alcance de la divulgación. Cuando se establecen expresamente intervalos o limitaciones numéricas, puede entenderse que tales intervalos o limitaciones expresas incluyen intervalos o limitaciones iterativos de magnitud similar que caen dentro de los intervalos o limitaciones expresamente establecidos (por ejemplo, de aproximadamente 1 a aproximadamente 10 incluye, 2, 3, 4, etc.; mayor que 0,10 incluye 0,11; 0,12; 0,13; etc.). El uso del término "aproximadamente" significa $\pm 10\%$ del número posterior, a menos que se indique lo contrario.

45 El uso del término "opcionalmente" con respecto a cualquier elemento de una reivindicación significa que se requiere el elemento, o como alternativa, no se requiere el elemento, estando ambas alternativas dentro del alcance de la reivindicación. El uso de términos más amplios tales como comprende, incluye y que tiene puede entenderse que proporciona soporte para términos más específicos tales como que consiste en, que consiste esencialmente en y que comprende sustancialmente. Por consiguiente, el alcance de protección no está limitado por la descripción expuesta anteriormente, sino que está definido por las reivindicaciones que siguen.

50 Todas y cada una de las reivindicaciones se incorporan como divulgación adicional en la memoria descriptiva y las reivindicaciones son realizaciones de la presente divulgación.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema de fracturación eléctrica (302) que comprende:

5 un transporte de engranajes de conmutación (308) conectado eléctricamente a una fuente de generación de energía (102), y configurado para recibir energía eléctrica desde la fuente de generación de energía en un primer nivel de media tensión;
 un primer cable eléctrico (6) conectado al transporte de engranajes de conmutación (308) que suministra una primera energía eléctrica en el primer nivel de media tensión desde el transporte de engranajes de conmutación (308); y
 10 un transporte de bomba de fracturación (304) que comprende: al menos un primer transformador (310, 312), un accionamiento, una bomba y un motor primario eléctrico, estando cada uno dispuesto en el transporte de bomba de fracturación (304), en donde el transporte de bomba de fracturación (304) está conectado eléctricamente al transporte de engranajes de conmutación (308) a través solo del primer cable eléctrico (6), siendo recibida la primera energía eléctrica suministrada desde el transporte de engranajes de conmutación (308) a través del primer cable eléctrico (6) por el al menos un primer transformador (310, 312); y, en donde el al menos un primer transformador (310, 312) está conectado eléctricamente al motor primario eléctrico y al accionamiento,
 15 en donde el al menos un primer transformador (310, 312) está configurado para reducir la energía eléctrica recibida en el primer nivel de media tensión a un primer nivel de media tensión más bajo que alimenta el motor primario eléctrico; y,
 20 en donde el al menos un primer transformador (310, 312) está configurado además para reducir la primera energía eléctrica recibida en el primer nivel de media tensión a un primer nivel de baja tensión que es más bajo que el primer nivel de media tensión inferior y que alimenta el accionamiento.

25 2. El sistema de la reivindicación 1, en donde el primer nivel de media tensión y el primer nivel de media tensión inferior caen dentro de un intervalo de 1000 voltios a 35 kilovoltios.

3. El sistema de la reivindicación 2, en donde el primer nivel de media tensión se establece en 13,8 kV.

30 4. El sistema de la reivindicación 1, en donde el primer nivel de baja tensión cae dentro de un intervalo de 50 voltios a 1000 voltios.

5. El sistema de la reivindicación 1, en donde el transporte de engranajes de conmutación (308) está conectado eléctricamente a una fuente auxiliar de energía (120), a través de un segundo cable eléctrico (1), que proporciona una segunda energía eléctrica en el primer nivel de media tensión, en donde la energía eléctrica de la fuente auxiliar (120) es recibida por un segundo transformador (312) en el transporte de engranajes de conmutación (308), que está configurado para reducir el primer nivel de media tensión a un segundo nivel de baja tensión.

6. El sistema de la reivindicación 5, en donde el segundo nivel de baja tensión es una tensión para encender, arrancar o alimentar la fuente de generación de energía (102).

7. El sistema de la reivindicación 6, que comprende, además:

45 un tercer cable eléctrico (1) conectado al transporte de engranajes de conmutación (308) que suministra una tercera energía eléctrica en el primer nivel de media tensión desde el transporte de engranajes de conmutación (308); y
 un transporte de hidratación de mezcladora (306) conectado eléctricamente al transporte de engranajes de conmutación (308) a través del tercer cable eléctrico (1), sin conectarse a ningún transporte intermedio dispuesto entre el transporte de engranaje de conmutación (308) y el transporte de hidratación de mezcladora (306);
 50 opcionalmente en donde el transporte de hidratación de mezcladora (306) comprende además un tercer transformador que reduce la tercera energía eléctrica desde el primer nivel de media tensión hasta el primer nivel de baja tensión.

8. El sistema (302) de la reivindicación 1, en donde el al menos un primer transformador (310, 312) comprende uno de:

un único transformador (310, 312) configurado para reducir el primer nivel de media tensión al primer nivel de media tensión inferior y al primer nivel de baja tensión; y,
 60 un transformador (310) configurado para reducir el primer nivel de media tensión al primer nivel de media tensión inferior y otro transformador (312) configurado para reducir el primer nivel de media tensión al primer nivel de baja tensión.

9. Un método para la distribución de energía eléctrica para operaciones de fracturación, comprendiendo el método:

65 recibir, en un transporte de engranajes de conmutación (308), una primera energía eléctrica desde una fuente de generación de energía (102) en un primer nivel de media tensión;

- 5 suministrar, desde el transporte de engranajes de conmutación (308), la primera energía eléctrica al primer nivel de media tensión usando solo una primera conexión de cable (6);
recibir, en un transporte de bomba de fracturación (304), la primera energía eléctrica en el primer nivel de media tensión suministrada directamente usando la primera conexión de cable (6);
5 reducir, con al menos un primer transformador (310, 312) dispuesto en el transporte de bomba de fracturación (304), el primer nivel de media tensión tanto a un nivel de media tensión más bajo como a un nivel de baja tensión;
alimentar un motor primario eléctrico dispuesto en el transporte de bomba de fracturación (304) con el nivel de media tensión más bajo;
10 alimentar un accionamiento dispuesto en el transporte de bomba de fracturación (304) con el nivel de tensión bajo;
y
controlar la salida del motor primario eléctrico alimentado con el accionamiento alimentado.
10. El método de la reivindicación 9, que comprende, además:
- 15 suministrar, desde el transporte de engranajes de conmutación (308), una segunda energía eléctrica al primer nivel de media tensión usando solo una segunda conexión de cable (1); y,
recibir, en uno de un transporte de mezcladora (306), un transporte de hidratación (306) y un transporte de hidratación de mezcladora (306), la segunda energía eléctrica en el primer nivel de media tensión suministrada directamente usando la segunda conexión de cable (1).
20
11. El método de la reivindicación 9, en donde el primer nivel de media tensión y el nivel de media tensión inferior caen dentro de un intervalo de 1000 voltios a 35 kilovoltios.
- 25 12. El método de la reivindicación 9, en donde el nivel de baja tensión cae dentro de un intervalo de 50 voltios a 1000 voltios.
13. El método de la reivindicación 9, que comprende adicionalmente recibir, en el transporte de engranajes de conmutación (308), energía eléctrica desde un transporte de energía auxiliar (120) en el primer nivel de media tensión;
30 reducir, con un segundo transformador (312) dispuesto en el transporte de engranajes de conmutación (308), la energía eléctrica del transporte de energía auxiliar (120) desde el primer nivel de media tensión hasta el nivel de baja tensión; y,
suministrar, desde el transporte de engranajes de conmutación (308), la energía eléctrica en el nivel de baja tensión a la fuente de generación de energía para encender y arrancar la fuente de generación de energía (102).
35

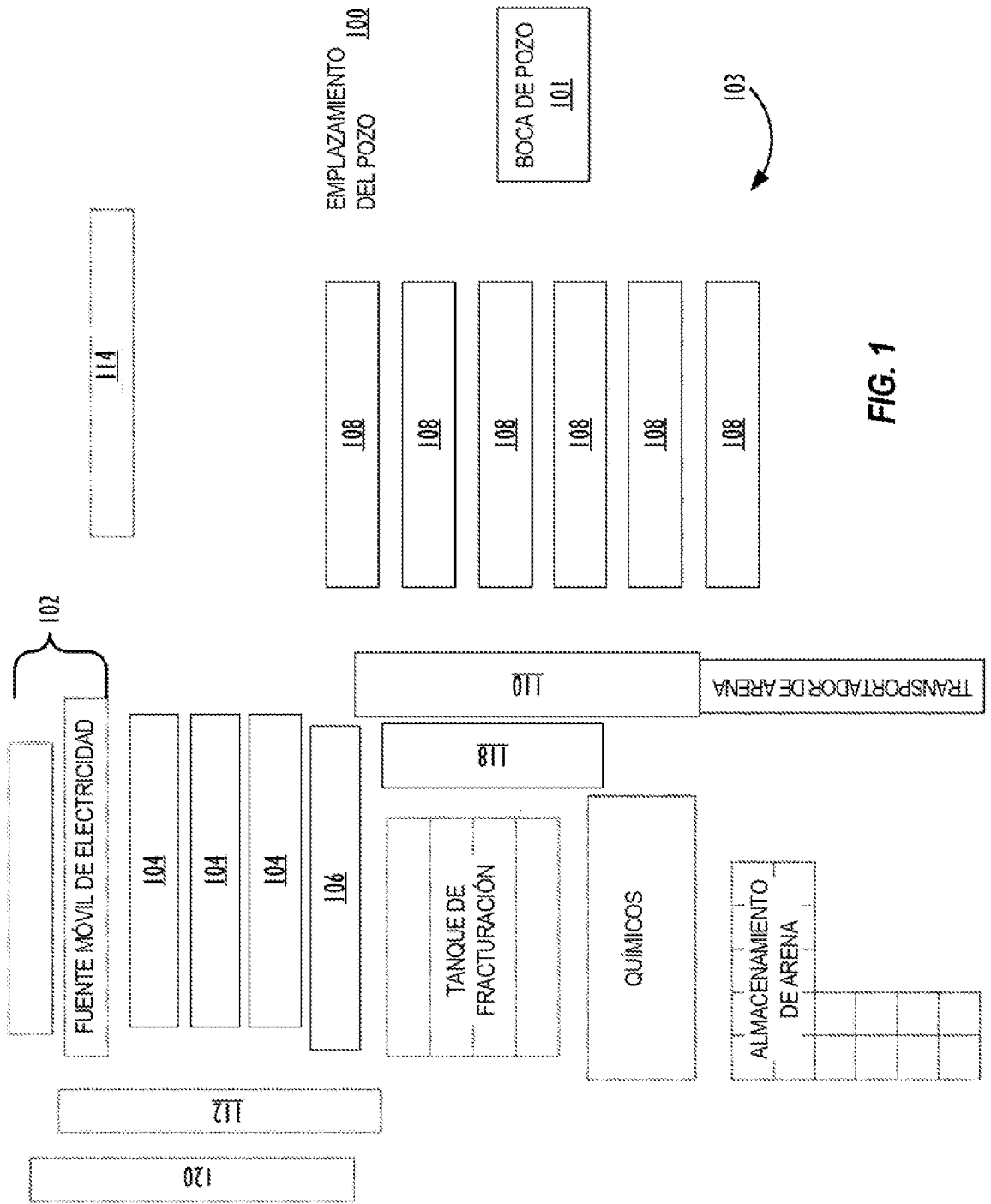


FIG. 1

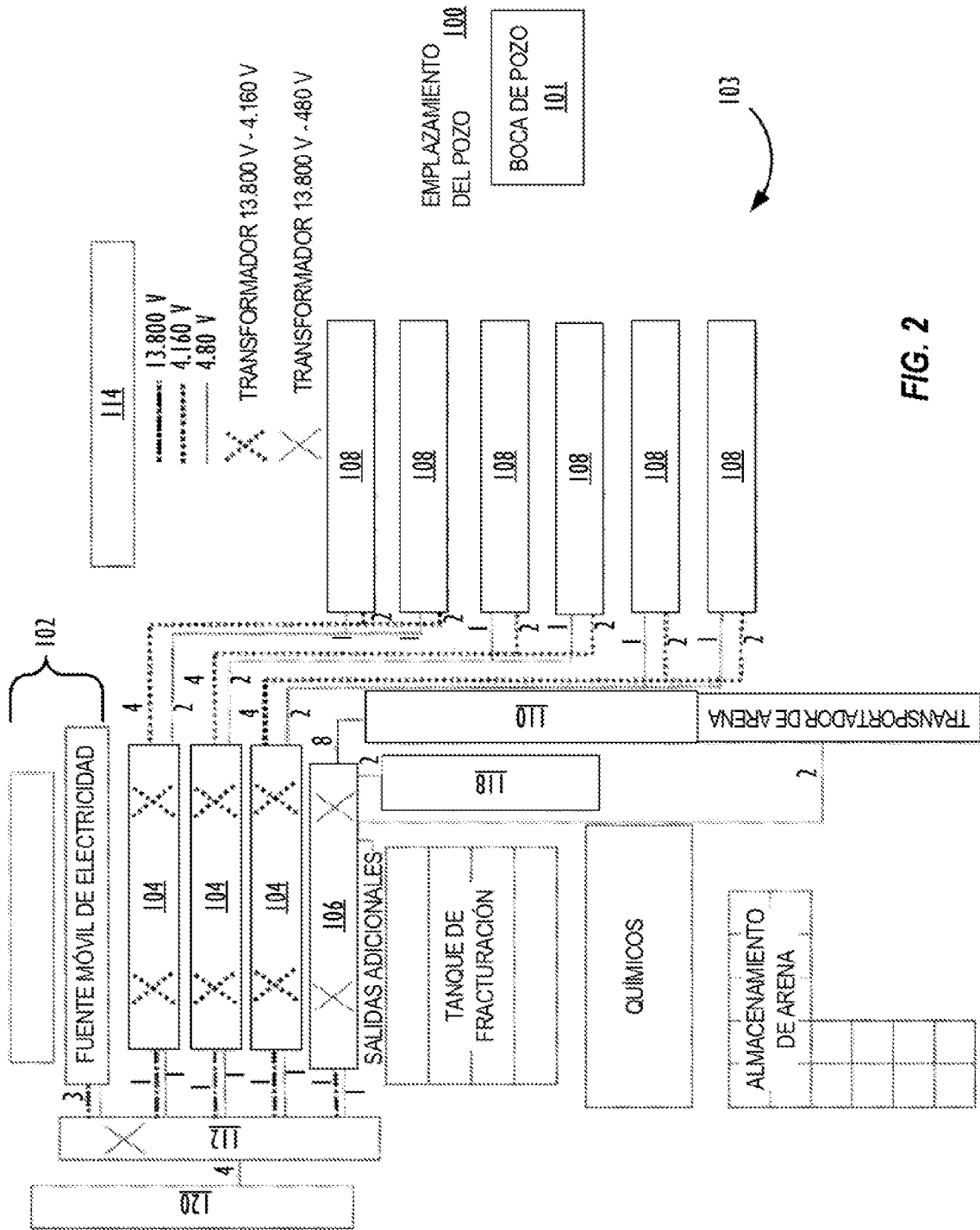


FIG. 2

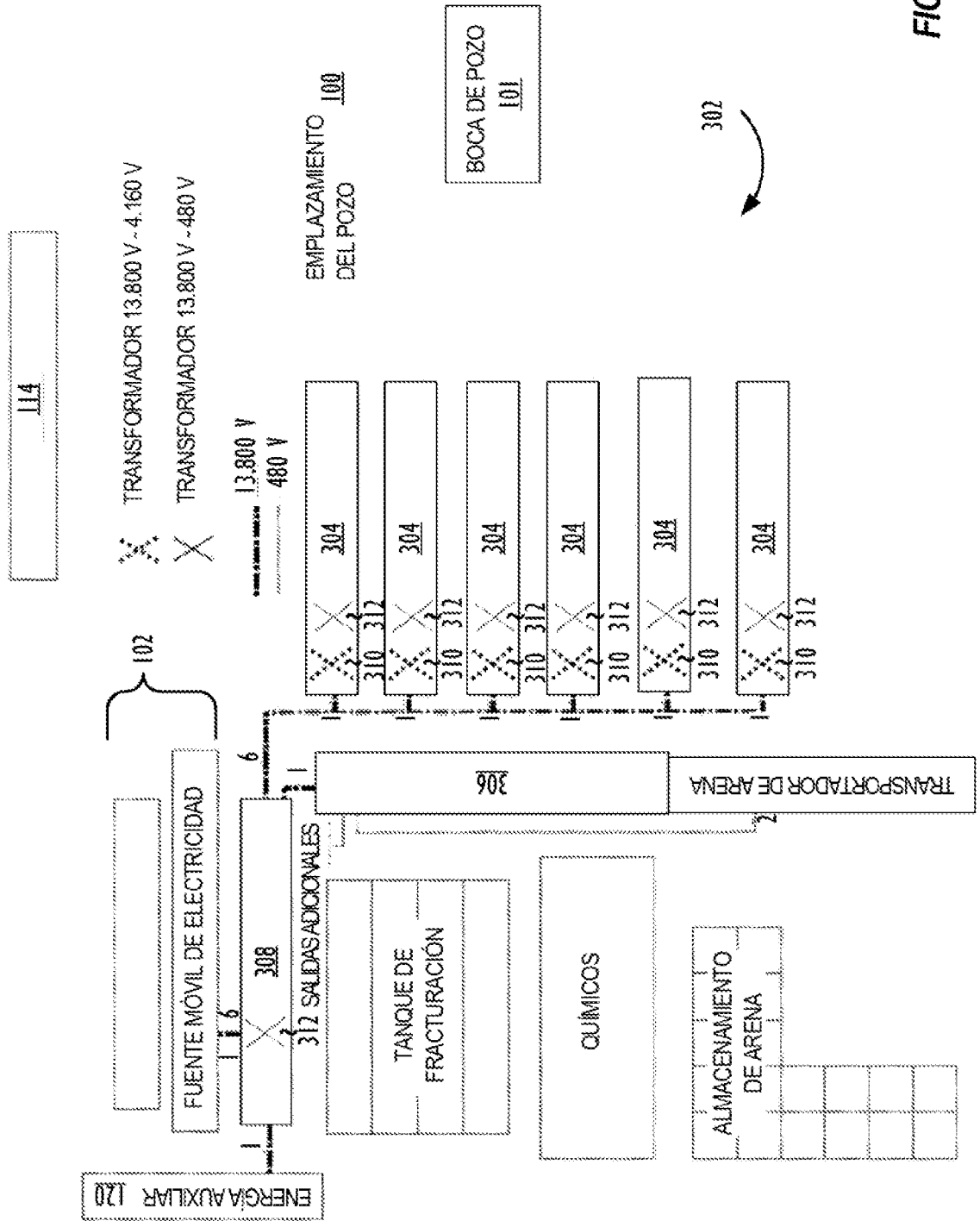


FIG. 3

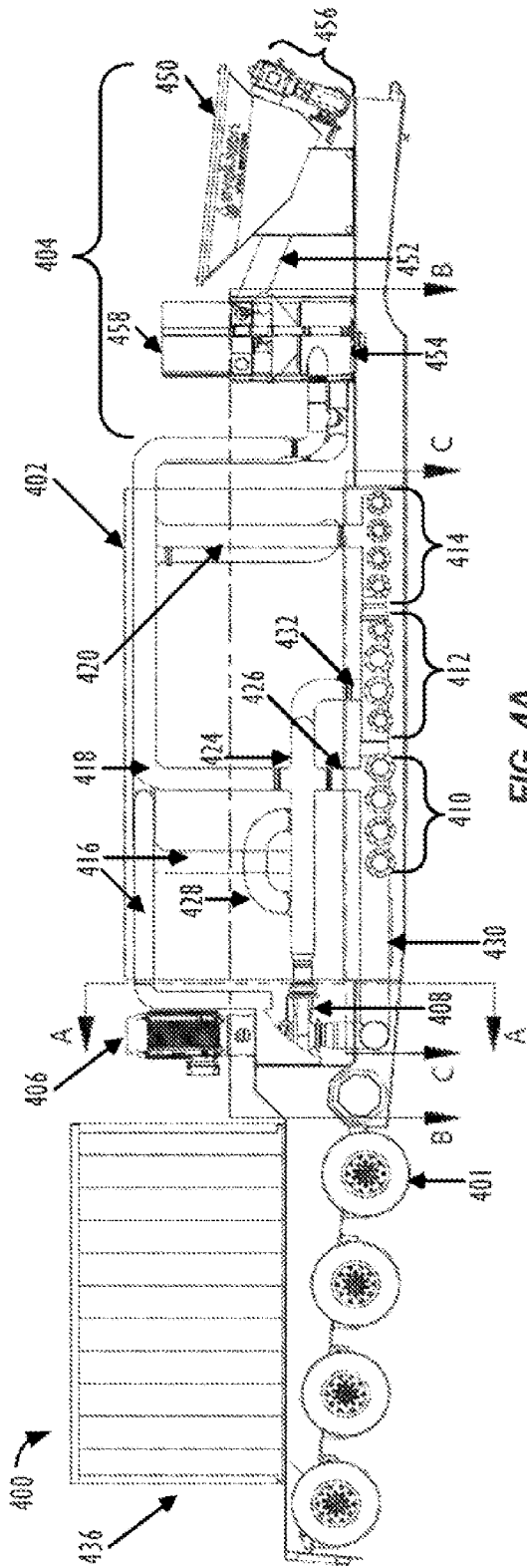


FIG. 4A

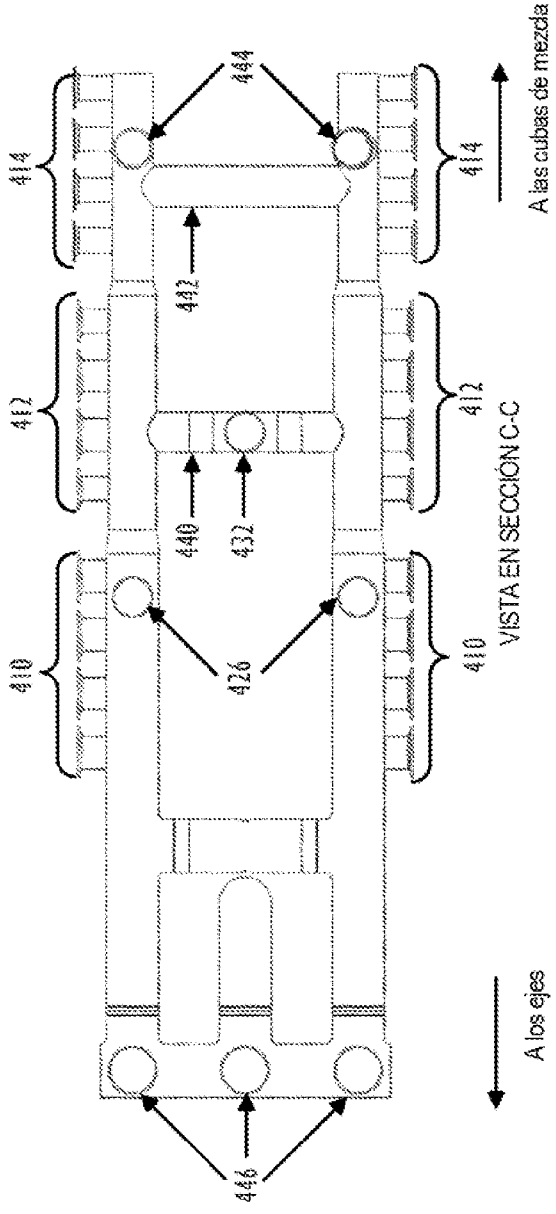
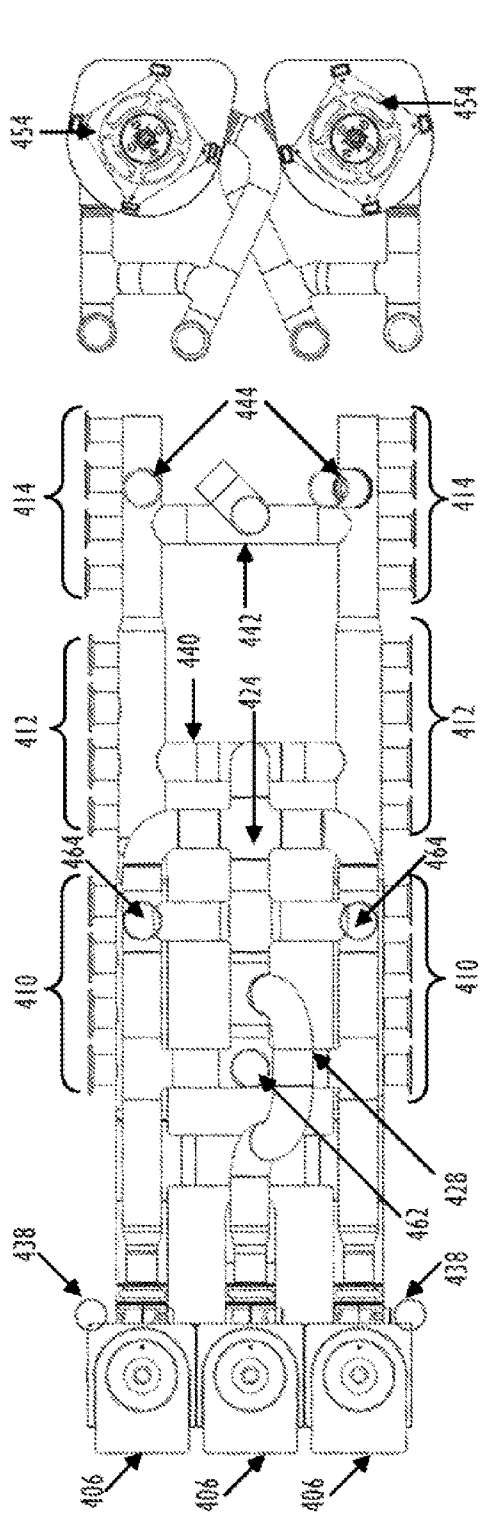


FIG. 4B



VISTA EN SECCIÓN B-B

FIG. 4C

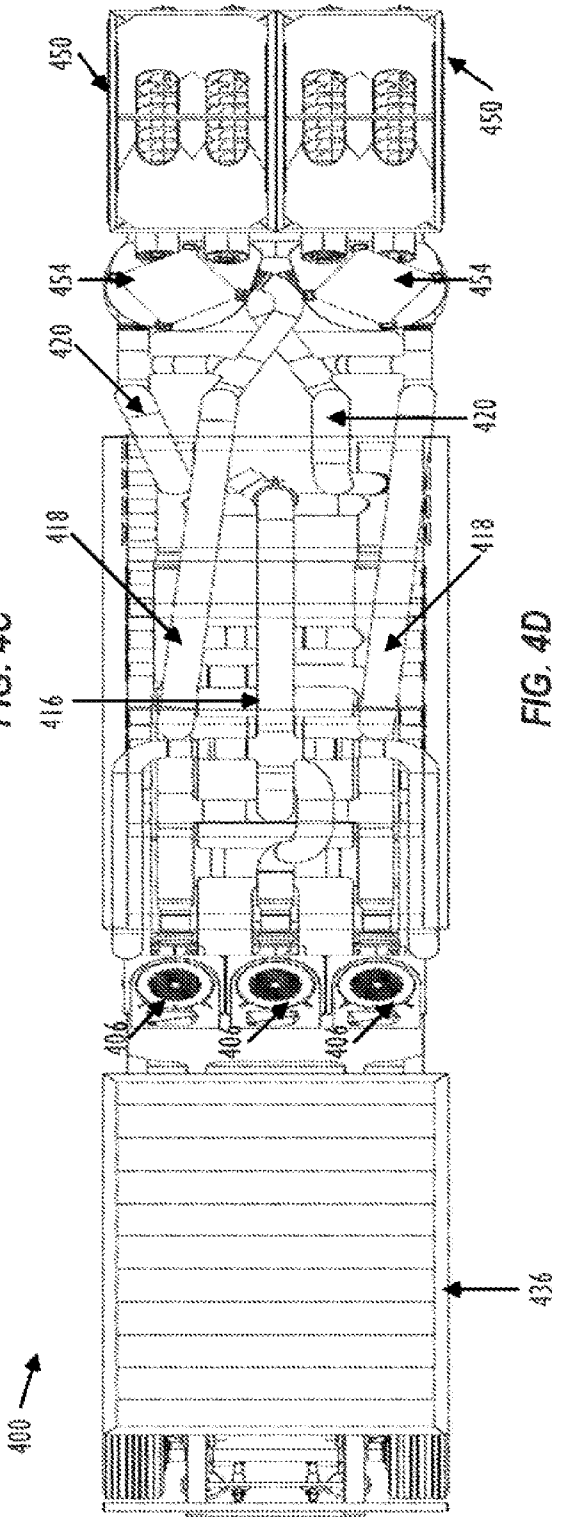
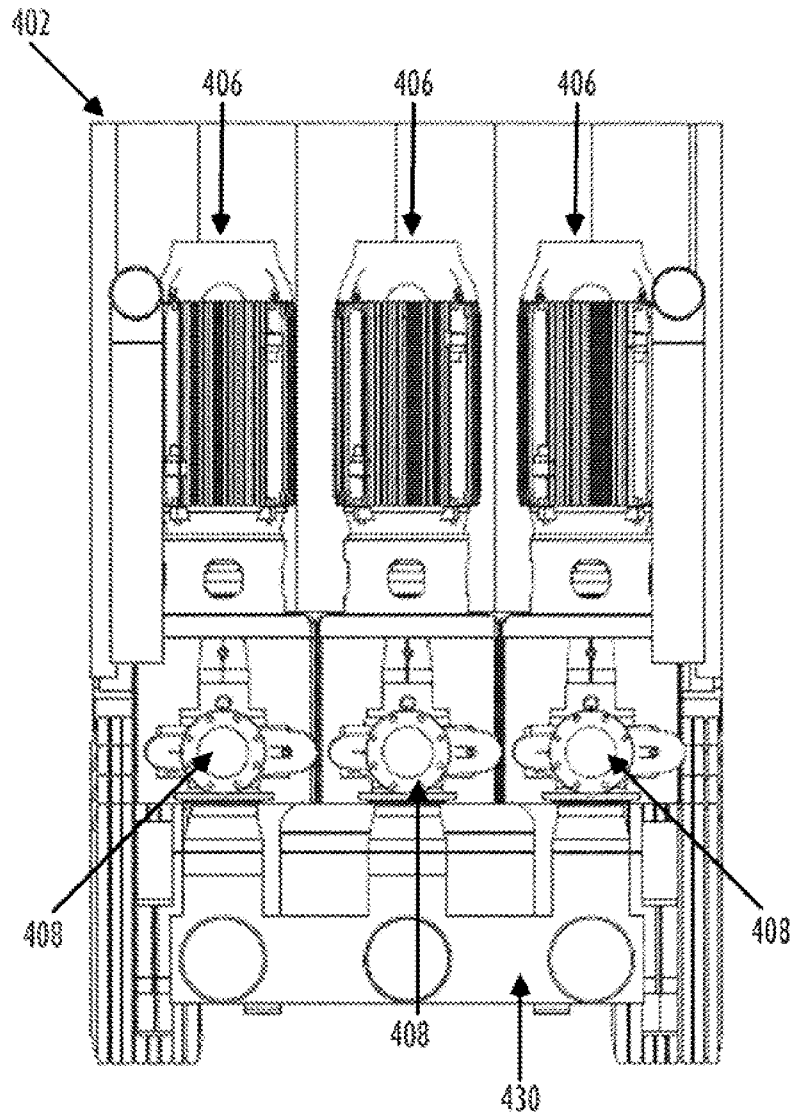


FIG. 4D



VISTA EN SECCIÓN A-A

FIG. 4E

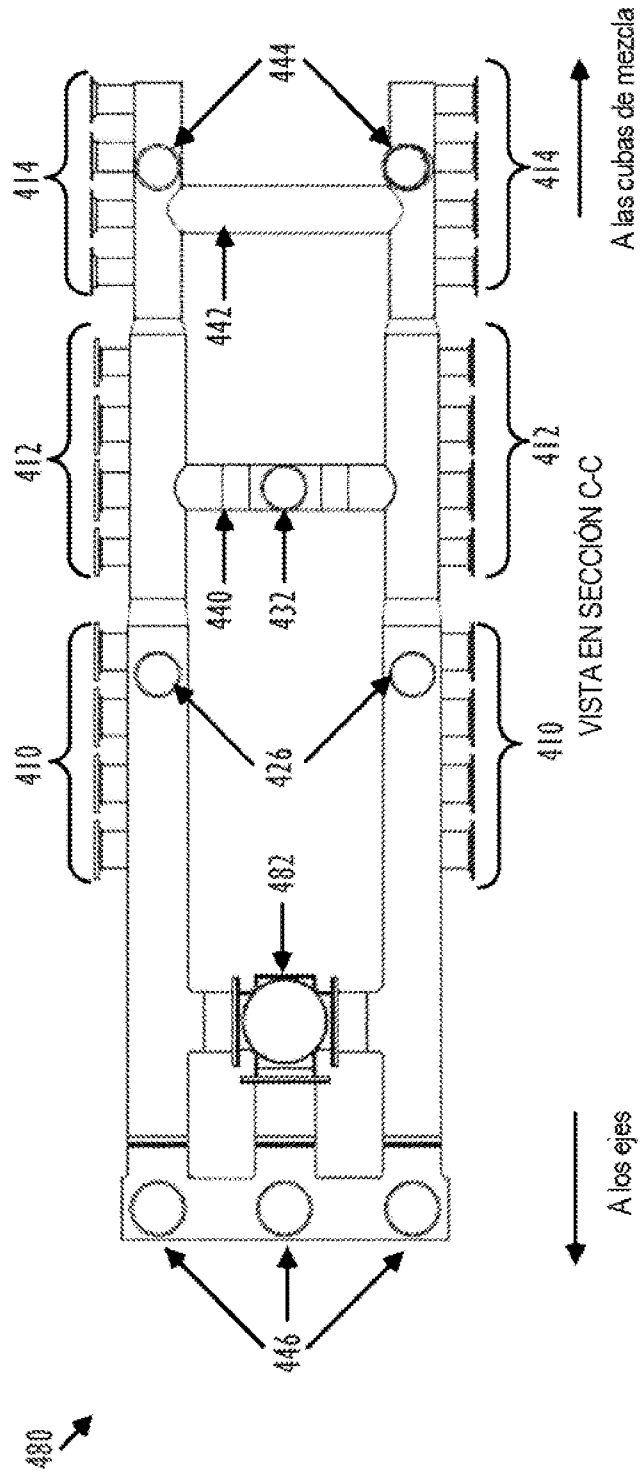


FIG. 4F

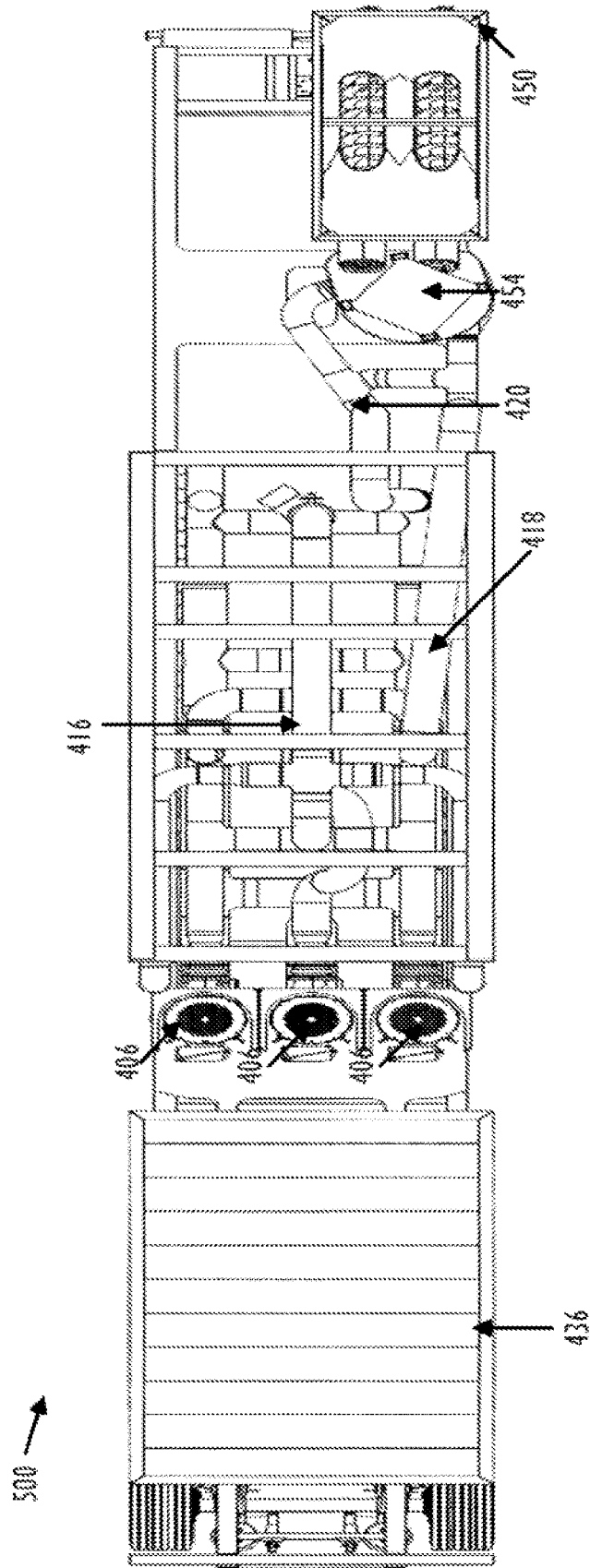


FIG. 5

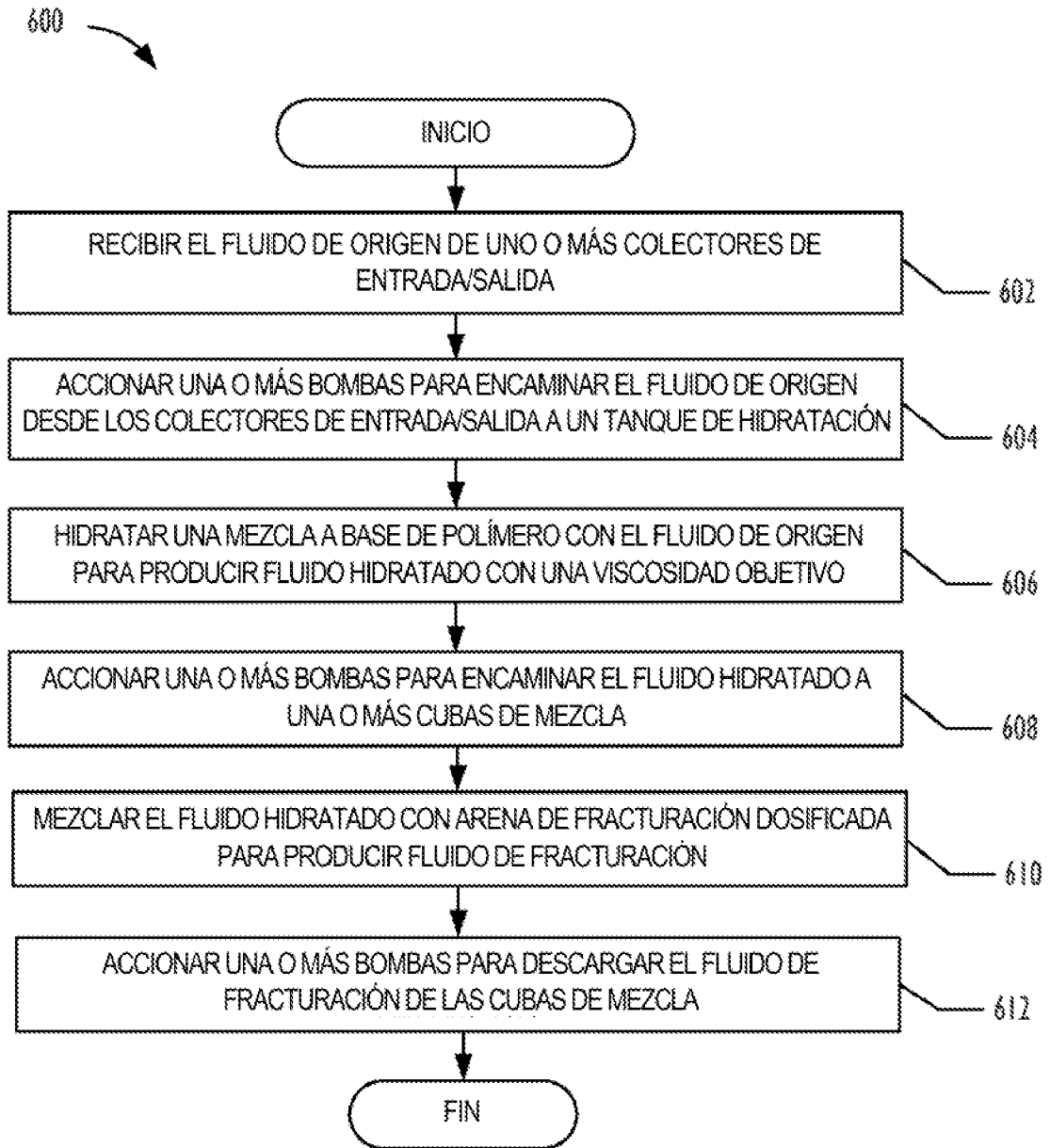


FIG. 6

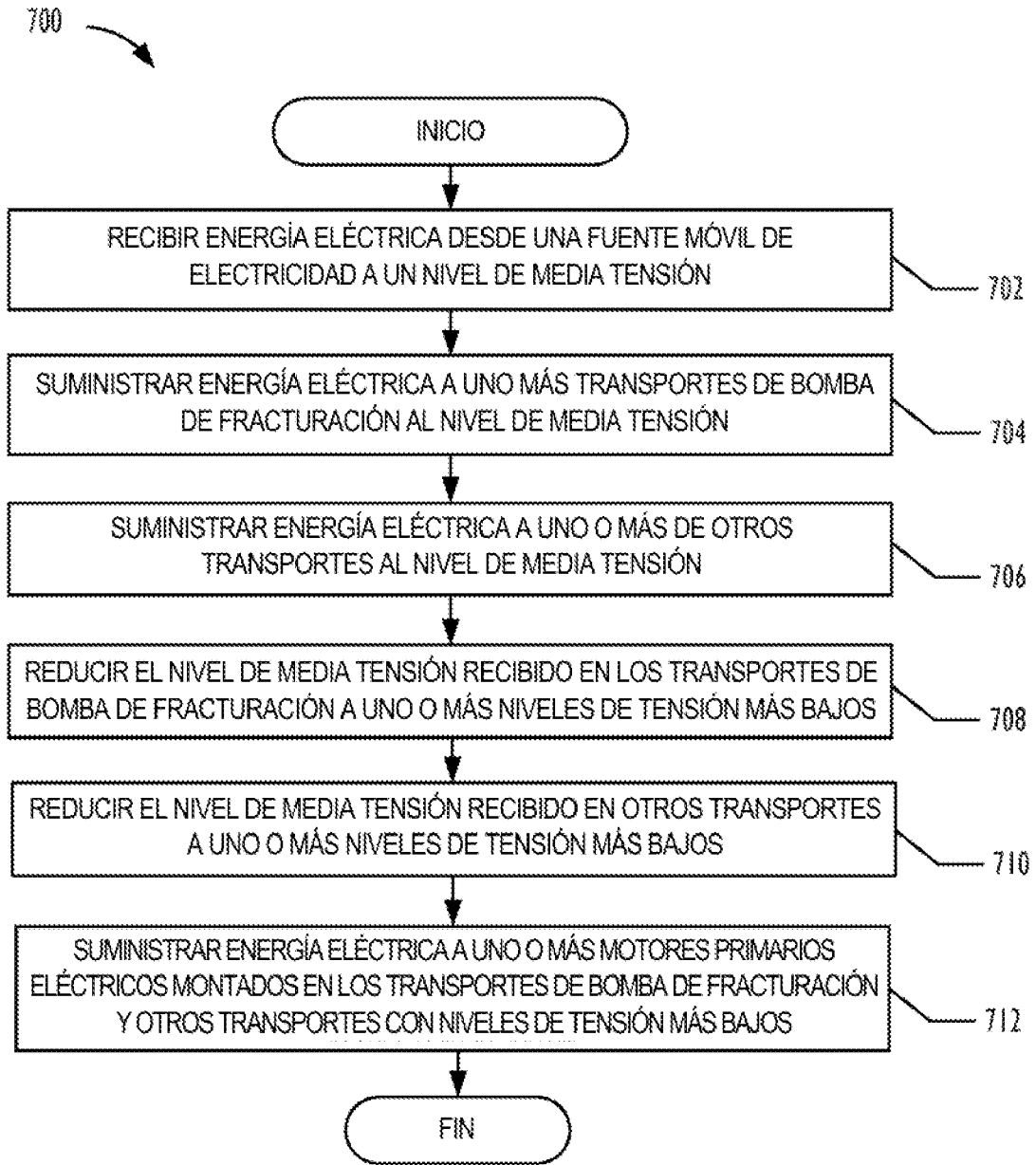


FIG. 7