(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 547 329**

(51) Int. Cl.:

B65G 67/62 (2006.01)
F16L 55/10 (2006.01)
F16L 37/00 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.04.2010** **E 10765108 (5)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.07.2015** **EP 2419322**

(54) Título: **Transferencia de GNL de buque a buque en muelle**

(30) Prioridad:

17.04.2009 US 170388 P

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
05.10.2015

(73) Titular/es:

EXCELERATE ENERGY LIMITED PARTNERSHIP (100.0%)
1450 Lake Robbins Drive Suite 200
The Woodlands, Texas 77380, US

(72) Inventor/es:

BRYNGELSON, ROBERT ALLEN;
COOK, JONATHAN;
LANE, MARK y
SCOTT, EDWARD

(74) Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 547 329 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

Transferencia de GNL de buque a buque en muelle

Antecedentes

1. Campo de la invención

La invención se refiere a sistemas, aparatos y métodos de regasificación a bordo de gas natural licuado ("GNL"). En particular, los sistemas, aparatos y métodos relacionados con la transferencia de GNL de buque a buque en muelle en relación con la regasificación de GNL a bordo.

2. Descripción de la técnica relacionada

El gas natural a menudo es transportado a bordo de buques cisterna criogénicos especiales desde la localización de su punto de origen a la localización de su consumo. De esta manera, el gas natural puede ser transportado a las zonas con una mayor demanda de gas natural. Puesto que el GNL ocupa solamente 1/ 600 del volumen que la misma cantidad de gas natural tiene en su estado gaseoso, la licuefacción del gas natural para el transporte facilita el proceso de transporte y mejora la economía del sistema. El GNL se produce en plantas de licuefacción en tierra por medio del enfriamiento del gas natural por debajo de su punto de ebullición (-161,67ºC (-259°F) a la presión atmosférica). El GNL se puede almacenar en buques criogénicos, ya sea a la presión atmosférica, o ligeramente por encima de la misma. Normalmente, el GNL será regasificado antes de su distribución a los usuarios finales. La regasificación se puede llevar a cabo elevando la temperatura del GNL en una instalación de regasificación, que puede estar situada a bordo de un buque móvil. Hay varios métodos para vaporizar el GNL a bordo de un buque. En estos métodos, el calor que procede de al menos una fuente de calor, tal como agua de mar, aire o vapor de las calderas auxiliares de la nave, se transfiere al GNL por medio de intercambiadores de calor, lo cual permite que el GNL se vaporice.

Tradicionalmente, un buque móvil equipado con instalaciones de regasificación es cargado con cargamentos de GNL en el punto de origen de suministro de gas natural y viaja a través del mar a otra localización para la descarga y la distribución. En otro ejemplo, un buque con instalaciones de regasificación es cargado con cargamentos de GNL utilizando la transferencia de GNL de buque a buque (STS) antes del puerto de recepción en una localización situada entre el puerto de carga de GNL y el puerto de entrega. En un ejemplo de este tipo, un buque de transporte de GNL convencional recoge el GNL del punto de origen de suministro de gas natural y es utilizado para el transporte de largo recorrido. El buque de transporte de GNL convencional entrega las cargas desde el punto de origen de suministro a la localización de transferencia de STS. El buque de regasificación se utiliza en el servicio de transporte entre la localización de transferencia de STS y el puerto de descarga. En estos ejemplos, la descarga del gas natural es alterada ya que el buque de transporte de GNL con instalaciones de regasificación debe salir de la localización de descarga para recibir cargamentos de GNL adicionales, lo cual es indeseable.

También se ha propuesto que el buque de transporte de GNL convencional atraque a lo largo de una plataforma flotante para la regasificación del GNL a bordo, que está conectada a un tubo de subida, y el tubo de subida está conectado al fondo del mar en una localización en la que existe una tubería de gas submarina. Por ejemplo, una unidad de regasificación puede descargar el gas natural a una tubería submarina utilizando un tubo de subida subacuático y un conector tal como una torreta. Sin embargo, la construcción de una instalación de este tipo es costosa y requiere mucho tiempo y las localizaciones que tienen tuberías submarinas son limitadas. Como resultado, una disposición de este tipo no es adecuada para muchas localizaciones que tienen necesidad de un suministro de gas natural a tiempo a un bajo costo.

El documento WO 01/34460 describe un sistema para la transferencia de gas natural licuado (GNL) entre dos buques. El sistema comprende un cabezal de acoplamiento montado en un extremo de un medio de tubo flexible y dispuesto para su fijación sobre una plataforma en un extremo de un buque cuando no está en uso, y una unidad de conexión montada en un extremo del otro buque y que comprende un embudo de tracción conformado para la tracción guiada del cabezal de acoplamiento a una posición de bloqueo en la que los medios de tubo pueden conectarse a tubos de transferencia en el otro buque a través de unos medios de válvula dispuestos en el cabezal de acoplamiento. El cabezal de acoplamiento está provisto de un medio de guía y está conectado al menos a un cable de tracción para la tracción guiada del cabezal de acoplamiento dentro de la unidad de conexión por un medio de cabrestante en el otro buque.

El documento GB 2.406.887 describe una disposición de acoplamiento para su uso en estructuras que contienen o que transportan fluidos o que comprenden un acoplamiento de dos elementos de acoplamiento por ejemplo, de tipo Storz, instantáneo, Machino o NPSH conectados a secciones de tubo que tienen medios para el bloqueo automático del acoplamiento en respuesta a una condición predeterminada por ejemplo, la presencia para líquidos por presión, conductividad o color en el interior del acoplamiento para evitar que el acoplamiento sea desacoplado. Un sensor proporciona una señal de accionamiento eléctrico a un activador de válvula de solenoide para suministrar aire desde una tubería para accionar los medios de bloqueo de cilindros de aire y evitar la rotación relativa de las partes del acoplamiento. Los elementos de bloqueo pueden estar forzados hacia una posición de

desbloqueo en ausencia de una señal y puede haber indicadores visuales de que el acoplamiento está cerrado. Previenen el desbloqueo del contenido de la tubería.

Sumario

Las realizaciones que se describen en la presente memoria descriptiva se refieren en general a sistemas y métodos para la transferencia de GNL, la regasificación de GNL y la descarga del gas natural en tierra.

En algunas realizaciones, un sistema para la regasificación de GNL en el buque incluye un buque de transporte de GNL, un muelle, un buque de regasificación y un brazo de alta presión. El buque de transporte de GNL está fondeado en el muelle y transfiere el GNL al muelle a través de un conducto para fluidos. El buque de regasificación recibe el GNL desde el muelle a través de un conducto para fluidos, y regasifica el GNL en gas natural regasificado. El brazo de alta presión está montado en el muelle, está acoplado al buque de regasificación, acepta el gas natural regasificado desde el buque de regasificación y es el conducto para que el gas natural regasificado pase al interior de una tubería en el muelle.

En algunas realizaciones, un sistema para la regasificación de GNL en buque incluye un buque de transporte de GNL, un buque de regasificación, un muelle y un brazo de alta presión. El buque de transporte de GNL transfiere el GNL al buque de regasificación a través de un conducto para fluidos. El buque de regasificación recibe el GNL desde el buque de transporte de GNL a través de un conducto para fluidos, y regasifica el GNL en gas natural regasificado. El brazo de alta presión está montado en el muelle, se acopla al buque de regasificación, y acepta el gas natural regasificado del buque de regasificación.

En algunas realizaciones, un sistema para la regasificación de GNL en buque incluye un buque de transporte de GNL, un buque de regasificación, dos muelles y un brazo de alta presión. El buque de transporte de GNL está fondeado en un primer muelle y transfiere el GNL al muelle por medio de un conducto para fluidos. El buque de regasificación está fondeado en un segundo muelle, recibe el GNL desde el primer muelle a través de un conducto para fluidos y regasifica el GNL en gas natural regasificado. El brazo de alta presión está montado en el muelle, está acoplado al buque de regasificación y a un segundo muelle y acepta el gas natural regasificado desde el buque de regasificación y es el conducto para que el gas natural regasificado pase al interior de una tubería en el segundo muelle. En algunas realizaciones, un método para la regasificación del GNL basado en buque incluye: la transferencia de GNL desde un buque de transporte de GNL que está fondeado en un muelle, al muelle; la transferencia del GNL desde el muelle a un buque de regasificación, en el que el buque de regasificación regasifica el GNL en gas natural regasificado; y la descarga del gas natural regasificado a una tubería en el muelle.

En algunas realizaciones, un método para la regasificación de GNL en buque incluye: transferir el GNL desde un buque de transporte de GNL a un buque de regasificación que está fondeado en un muelle; regasificar el GNL en el buque de regasificación; transferir el GNL desde el buque de regasificación a un muelle, en el que el muelle está situado en un lado del buque de regasificación, y el buque de transporte de GNL está situado en un segundo lado del buque de regasificación; y descargar el gas natural regasificado con un brazo de alta presión.

En algunas realizaciones, un método para la regasificación de GNL en buque incluye: transferir el GNL desde un buque de transporte de GNL que está fondeado en un primer muelle al primer muelle; transferir el GNL desde el primer muelle a un buque de regasificación, en el que el buque de regasificación regasifica el GNL en gas natural regasificado y descarga el gas natural regasificado a una tubería en un segundo muelle.

En algunas realizaciones, el conducto para fluidos es una tubería rígida. En ciertas realizaciones, el conducto para fluidos son mangueras flexibles y / o incluye un conducto para líquidos. En algunas realizaciones, el brazo de alta presión incluye una o más articulaciones y / o un sistema de desbloqueo rápido En ciertas realizaciones, el buque de regasificación incluye un acoplamiento de desbloqueo de emergencia. En algunas realizaciones, el acoplamiento de desbloqueo de emergencia incluye un sistema de comunicación por radio y / o un sistema de accionamiento neumático.

El aparato para el desbloqueo rápido de un conducto incluye un conducto acoplado mecánicamente a una localización de envío y a una localización de recepción; un acoplamiento de desbloqueo de emergencia (ERC) acoplado mecánicamente al conducto; un receptor de radio en el ERC; un sistema de desbloqueo neumático acoplado al ERC, en el que el sistema de desbloqueo neumático desacopla el conducto cuando es activado por el receptor de radio; y un par de transpondedores, en el que los transpondedores miden la distancia entre la localización de envío y la localización de recepción.

El método para el desbloqueo rápido de un conducto incluye la medición de una distancia entre una localización de envío y una localización de recepción usando un primer transpondedor en la localización de envío y un segundo transpondedor en la localización de recepción, en el que la localización de envío y la localización de recepción están acopladas a un conducto, comprendiendo el conducto un acoplamiento de desbloqueo de emergencia (ERC); enviar una señal de radio al ERC cuando la distancia medida se desvía de al menos uno de los parámetros preestablecidos; y accionar neumáticamente el ERC tras la recepción de la señal de radio, con lo que el accionamiento del ERC desacopla el conducto.

En realizaciones adicionales, las características de realizaciones específicas se pueden combinar con las características de otras realizaciones. Por ejemplo, las características de una realización se pueden combinar con las características de cualquiera de las otras realizaciones. En realizaciones adicionales, las características adicionales se pueden añadir a las realizaciones específicas descritas en la presente memoria descriptiva.

Breve descripción de los dibujos

Las ventajas de la presente invención podrán ser evidentes a los expertos en la técnica con el beneficio de la descripción detallada que sigue y con referencia a los dibujos que se acompañan, en los que:

la figura 1 es una vista esquemática de una realización de un sistema para proporcionar gas natural regasificado a instalaciones en tierra, que incluye un buque de transporte de GNL y un buque de regasificación.

la figura 2 es una vista esquemática de una realización de un brazo de alta presión.

la figura 3 es una vista esquemática de una realización de un sistema para iniciar el desbloqueo rápido de un conducto de gas.

la figura 4 es una vista esquemática de una realización de un sistema para proporcionar una comunicación de radio y el sistema de accionamiento neumático para activar el cierre de emergencia y los acoplamientos de desbloqueo de emergencia.

la figura 5 es una vista esquemática de una realización de un sistema de regasificación de bucle cerrado.

la figura 6A es una vista esquemática de una realización de un sistema para proporcionar gas natural regasificado a instalaciones en tierra que incluye un buque de transporte de GNL situado en un primer lado de un muelle y un buque de regasificación que se encuentra situado en un segundo lado del muelle.

la figura 6B es una vista esquemática de una realización de un sistema para proporcionar gas natural regasificado a instalaciones en tierra que incluye un buque de transporte de GNL y un buque de regasificación que se encuentra situado en el mismo lado del muelle.

la figura 6C es una vista esquemática de una realización de un sistema para proporcionar gas natural regasificado a instalaciones en tierra que incluye un buque de transporte de GNL situado próximo a un primer muelle y un buque de regasificación situado próximo a un segundo muelle.

la figura 7 es una vista esquemática de una realización de un sistema para proporcionar gas natural regasificado a instalaciones en tierra que utilizan la transferencia de lado a lado de gas natural licuado.

la figura 8 es una vista esquemática de una realización de un sistema de configuración de colector para la transferencia de buque a buque de GNL.

Aunque la invención es susceptible de diversas modificaciones y formas alternativas, realizaciones específicas de la misma se muestran a modo de ejemplo en los dibujos y en la presente memoria descriptiva pueden ser descritas en detalle. Los dibujos pueden no estar a escala. Se debe entender, sin embargo, que los dibujos y descripción detallada de los mismos no están destinados a limitar la invención a la forma particular descrita, sino que por el contrario, la intención es cubrir todas las modificaciones, equivalencias y alternativas que se encuentren dentro del espíritu y alcance de la presente invención como se define por las reivindicaciones adjuntas.

Descripción detallada

A continuación se describirá una transferencia de GNL de buque a buque en muelle. En la descripción ejemplar que sigue se exponen numerosos detalles específicos con el fin de proporcionar una comprensión más completa de realizaciones de la invención. Sin embargo, será evidente a un experto en la técnica que la presente invención puede ser practicada sin la incorporación de todos los aspectos de los detalles específicos que se describen en la presente memoria descriptiva. En otros casos, características específicas, cantidades, o mediciones bien conocidas por los expertos normales en la técnica no se han descrito en detalle para no oscurecer la invención. Los lectores deben tener en cuenta que a pesar de que se exponen ejemplos de la invención en la presente memoria descriptiva, las reivindicaciones, y el alcance de cualquier equivalente, son los que definen las metas y límites de la invención.

"Acoplado" se refiere ya sea a una conexión directa o una conexión indirecta (por ejemplo, al menos una conexión que interviene) entre uno o más objetos o componentes. La frase "unido directamente" significa una conexión directa entre los objetos o componentes.

"Muelle" se refiere a una estructura que se extiende en un mar, lago, río u otro cuerpo de agua navegable.

"Localización de recepción" se refiere a cualquier área donde el gas natural o

"Vía navegable" se refiere a un cuerpo de agua navegable.

Hay una necesidad de métodos y sistemas que permitan la entrega segura y más eficiente de gas natural a los mercados que requieran un suministro de energía de este tipo. Un objetivo de esta invención es proporcionar un método y sistema para la entrega sustancialmente ininterrumpida de gas natural que pueda reducir el coste de las infraestructuras de entrega de gas natural y aumentar la velocidad con la que tales instalaciones se pueden construir. En particular, un objetivo de la presente invención es aumentar la disponibilidad de localizaciones de recepción de gas natural proporcionando instalaciones de regasificación y de almacenamiento a bordo de buques que son seguras y no requieren infraestructuras submarinas extensas, en comparación con un sistema de entrega por boya submarina o de plataforma en alta mar, o grandes áreas de terreno y permisos, en comparación con los sistemas de almacenamiento y regasificación en tierra.

Sistemas y métodos para la transferencia de GNL de buque a buque en muelle, regasificación de GNL a bordo del buque y la transferencia de gas natural regasificado se describen en la presente memoria descriptiva. Por medio del uso de los sistemas y métodos que se describen en la presente memoria descriptiva, parte o la totalidad del GNL almacenado en un buque de transporte de GNL puede ser transferido desde un buque de transporte de GNL a un buque de regasificación. En algunas realizaciones, el buque de regasificación puede estar fondeado en un muelle durante la transferencia del GNL. En ciertas realizaciones, tanto el buque de regasificación como el buque de transporte de GNL pueden estar fondeados en un muelle durante la transferencia de GNL. Opcionalmente, el GNL se desplaza desde el buque de transporte de GNL al buque de regasificación a través del muelle por medio de tubería rígida o flexible. Al menos una porción de la totalidad del GNL puede ser regasificada a bordo del buque de regasificación y se descarga a la base, por ejemplo, a una tubería de gas o tanque de almacenamiento en el muelle, y a continuación es suministrada a las instalaciones en tierra. En algunas realizaciones, el gas natural regasificado puede ser transferido desde el buque de regasificación al muelle utilizando un brazo de alta presión. En tales realizaciones, un brazo de alta presión proporciona un medio estable y seguro para descargar el gas natural regasificado a la costa. El brazo de alta presión puede administrar una amplia gama de movimientos del buque, moviéndose con el buque de regasificación y compensando las mareas y otros efectos marinos. La transferencia y regasificación de GNL y la transferencia del gas natural a tierra firme se pueden hacer como un proceso continuo o simultáneo. Tales sistemas y métodos permiten la entrega continua e ininterrumpida de gas natural a los clientes detrás de ese punto.

La entrega de gas natural a las instalaciones en tierra, como se describe en la presente memoria descriptiva requiere un menor número de infraestructuras de implementación que los métodos conocidos. Por ejemplo, los sistemas de entrega por boyas submarinas requieren boyas de atraque, tubos de subida submarinos flexibles, colectores submarinos y conductos submarinos que se conectan a la costa. Del mismo modo, las plataformas marinas requieren infraestructuras submarinas extensas incluyendo sistemas de tuberías submarinas. Estas instalaciones son difíciles de construir en condiciones meteorológicas adversas o en zonas con temporadas de construcción cortas, y son lentas y costosas de implementar. Los sistemas y métodos que se describen en la presente memoria descriptiva eliminan la necesidad de estas extensas infraestructuras submarinas o de alta mar, por ejemplo, mediante la entrega de gas natural a través de tuberías que se extienden directamente en un muelle. En algunas realizaciones de la invención, el brazo de alta presión permite además un marco de tiempo avanzado y una facilidad de montaje incrementada debido a la construcción modular y a la flexibilidad en su diseño para aplicaciones generales. En ciertas realizaciones, el brazo de alta presión se puede montar en el muelle y se acopla por un extremo al buque de regasificación y por un segundo extremo a una tubería en el muelle. El brazo de alta presión acomoda los movimientos del buque al mismo tiempo que permite la entrega eficiente de gas natural desde el buque de regasificación a la tubería en el muelle.

El sistema y los métodos que se describen en la presente memoria descriptiva tienen la ventaja añadida de crear muchas nuevas localizaciones potenciales de recepción de gas natural. En lugar de requerir costosas infraestructuras en alta mar y / o submarinos, prácticamente cualquier localización con un muelle o cualquier localización capaz de soportar un muelle puede servir como una localización de recepción para la entrega de gas natural, de acuerdo con los sistemas y métodos que se describen en la presente memoria descriptiva. Como resultado, el gas natural puede ser distribuido de manera más eficaz a los mercados más necesitados y puede estar provisto con un servicio de corto plazo o de temporada, además de las entregas de carga de base.

En algunas realizaciones, los métodos y sistemas que se describen en la presente memoria descriptiva pueden ser puestos en funcionamiento significativamente más rápidamente que los métodos convencionales para la regasificación de GNL y la transferencia de gas natural regasificado. En ciertas realizaciones, los requerimientos de capital y el tiempo de construcción necesarios para completar la infraestructura fija de los sistemas son significativamente inferiores a los de un terminal terrestre o un terminal de boya submarina. Por ejemplo, algunas realizaciones de los sistemas y métodos que se describen en la presente memoria descriptiva pueden ser puestos en servicio en un intervalo de unos 12 meses desde la selección del lugar y con un costo de aproximadamente el 10% de un terminal de GNL convencional en tierra con las mismas capacidades. Ciertas realizaciones del sistema pueden reemplazar un terminal terrestre convencional en menos de siete meses. Además, los sistemas y métodos que se describen en la presente memoria descriptiva permitirán que se gaste menos tiempo y dinero en los permisos que los terminales terrestres y las instalaciones también requieren menos terrenos que los terminales terrestres.

Los sistemas y métodos para la transferencia de GNL y / o entrega de gas natural como se describe en la presente memoria descriptiva son ventajosos en relación con los métodos convencionales de transferencia de GNL y / o entrega de gas natural regasificado puesto que los métodos convencionales pueden requerir que el buque de regasificación abandone la localización de recepción con el fin de cargar los cargamentos de GNL, provocando con ello que la entrega de gas natural sea interrumpida, mientras el buque de regasificación puede estar en ruta, recargarse y llegar a puerto. En contraste, el buque de regasificación de la presente invención se puede cargar con cargamentos de GNL mientras puede estar fondeado en el muelle y / o regasificando y entregando el GNL.

Los métodos actuales para la transferencia y regasificación de GNL y la entrega de gas natural no intentan realizar estas funciones utilizando buques fondeados en un muelle. Los expertos en la técnica actualmente prefieren que la transferencia y regasificación de GNL de buque a buque se produzca a millas de la costa, por ejemplo, mediante el uso de sistemas de boyas submarinas o plataformas en alta mar, en las que estas operaciones pueden estar alejadas de los centros de población y de otros buques que pasan. Los métodos conocidos se alejan de la transferencia de GNL y regasificación de GNL de buque a buque en un muelle, ya que si se producen en un muelle, el buque de regasificación permanece en el puerto durante largos períodos de tiempo. El pensamiento convencional asocia un peligro con una disposición de este tipo. Sin embargo, los métodos y sistemas que se describen en la presente memoria descriptiva son inesperadamente seguros. Las evaluaciones de idoneidad de vías navegables aseguran que la presencia prolongada de un buque de regasificación en el muelle no presenta riesgos a la vía navegable o a otro tráfico de buques en el puerto. Además, el tránsito de entrada y salida del puerto puede ser estudiado para asegurar que el buque de regasificación pueda entrar y salir del puerto de manera segura, así como permanecer en el muelle de forma segura.

Además, en los procedimientos conocidos, las instalaciones en tierra para líquidos convencionales pueden estar desconectadas durante muchos meses si el muelle está dañado, por ejemplo, por una colisión con un buque. Sin embargo, los métodos y sistemas que se describen en la presente memoria descriptiva pueden ser reimplementados rápidamente si el muelle sufre daños. En algunas realizaciones, el GNL de al menos un tanque de almacenamiento de GNL en un buque de transporte de GNL puede ser transferido a un buque de regasificación. El buque de transporte de GNL y el buque de regasificación pueden estar acoplados a un muelle. En algunas realizaciones, el buque de transporte de GNL puede estar acoplado al buque de regasificación y el buque de regasificación puede estar acoplado al muelle. Esta disposición puede reducir aún más los costos de conexión y también puede ser implementada donde exista un muelle más pequeño o donde pueda ser deseable atracar un solo buque en el muelle. El buque de regasificación incluye al menos un sistema de regasificación para la vaporización del GNL para formar gas natural regasificado. El gas natural regasificado puede ser suministrado a una tubería en el muelle y transferido al menos a una instalación en tierra, tal como una planta de energía eléctrica, red de gas natural, o instalaciones residenciales o industriales. El GNL puede ser proporcionado desde el buque de transporte de GNL al muelle, y a continuación al buque de regasificación, en un flujo ininterrumpido. Por medio del uso de los sistemas y métodos que se describen en la presente memoria descriptiva, el GNL puede ser regasificado y transferido a las instalaciones en tierra de una manera continua. En ciertas realizaciones, se puede utilizar un brazo de alta presión para descargar el gas natural al muelle, por ejemplo a una tubería de gas o tanque de almacenamiento en el muelle. En algunas realizaciones, el atraque del buque de transporte de GNL puede tomar de dos a cuatro horas y el proceso de transferencia de más de 130.000 m^3 de GNL desde un buque de transporte de GNL, la regasificación de una porción del GNL, y a continuación la transferencia del gas natural regasificado a tierra se pueden realizar en menos de aproximadamente 12 horas. En ciertas realizaciones, el proceso de transferencia de más de 130.000 m^3 de GNL de un buque de transporte de GNL, la regasificación de la carga completa de GNL y a continuación la transferencia del gas natural regasificado a tierra se pueden realizar en menos de aproximadamente 120 horas.

En algunas realizaciones, la transferencia de GNL desde el buque de transporte de GNL al buque de regasificación puede ser tan rápida como dos veces la velocidad de los métodos actuales. En esas realizaciones, brazos rígidos y tubería criogénica rígida opcionales, en los que la tubería puede estar acoplada al buque de transporte de GNL y al buque de regasificación y extenderse a través del muelle de la presente invención, permite que el sistema de recuperación de vapor administre gas de evaporación más eficientemente y permite una transferencia más rápida de los cargamentos de GNL que los métodos conocidos. El sistema de recuperación de vapor puede ser las calderas del buque de transporte de GNL o las calderas de los buques de regasificación. Por ejemplo, la transferencia de toda una carga de GNL de un buque de transporte de GNL a una instalación de regasificación puede tardar 24 horas si se utiliza tubería flexible durante la transferencia. La tubería flexible es menos costosa que la tubería rígida. El brazo rígido y la tubería rígida de la presente invención permiten un tiempo de transferencia de aproximadamente 12 horas para una carga de GNL de más de 130.000 m^3 de GNL.

La figura 1 representa un vista esquemática de un sistema y método para la transferencia de GNL de un buque de transporte de GNL a un buque de regasificación y proporcionar el gas natural regasificado a las instalaciones en tierra. El buque de regasificación 10 y / o el buque de transporte de GNL 12 pueden estar acoplados al muelle 14. El acoplamiento del buque de regasificación 10 y / o del buque de transporte de GNL 12 al muelle 14 se puede hacer usando métodos conocidos para atracar el buque de regasificación y / o el buque de transporte de GNL al muelle 14. Por ejemplo, el buque de regasificación 10 y / o el buque de transporte de GNL 12 pueden estar sujetados con cuerdas, cabos de amarre, cables, defensas, anclas, y / o boyas. Las características adicionales de seguridad también pueden estar incluidas en los sistemas de amarre de manera que el buque de regasificación 10

y / o el buque de transporte de GNL 12 pueden estar fondeados de forma segura en el muelle. Por ejemplo, el sistema de amarre puede incluir ganchos de líneas de amarre con sensores de carga, sistemas automáticos de medición de deformación del amarre con alarmas, capacidades de desbloqueo a distancia y / o capacidades de desbloqueo rápido. Además, se pueden incorporar disposiciones de asistencia de un remolcador durante el amarre y el acceso a tiempo a los remolcadores durante los períodos de mal tiempo y mejorar la seguridad del sistema de amarre. Las recomendaciones de las evaluaciones de riesgos de los Estudios de Operatividad Peligrosa (HAZOP) y de Identificación del Peligro (HAZID) también pueden ser incluidos en los sistemas de amarre. Como se muestra en la figura 1, el muelle 14 puede estar acoplado a la costa 16.

El muelle 14 se puede extender a cualquier distancia de la costa 16 lo cual permite que el buque de regasificación 10 proceda al muelle, se disponga a lo largo del muelle, y salga del muelle, mientras se mantiene a flote siempre. El muelle 14 puede estar reforzado con hormigón y puentes de cubierta para acomodar la regasificación y la entrega de gas natural. Las distancias más cortas desde la costa al extremo del muelle permiten la minimización de la longitud de la tubería necesaria para transferir el gas natural a tierra, tales como la longitud de la tubería de gas 22. El muelle 14 puede estar en un área protegida de la costa. El atraque de los buques en un área protegida puede permitir que se lleven a cabo la transferencia de GNL, la regasificación de GNL, y la posterior transferencia de gas natural regasificado en condiciones climáticas no ideales. Por ejemplo, el agua (mar) cerca del muelle puede estar más tranquila que el agua (mar) a dos o tres kilómetros de mar desde el muelle.

El buque de regasificación 10 puede ser capaz de viajar distancias cortas o largas por su propia potencia, y puede utilizar una planta de propulsión de vapor, motor diesel, motor eléctrico de diesel, planta de propulsión de turbina de gas, o cualquier otro sistema de propulsión de buques conocidos por los expertos en la técnica. Las patentes norteamericanas números. 7.484.371 a Nierenberg y 7.219.502 a Nierenberg describen un buque de transporte de GNL con una planta de propulsión adecuada y el sistema de regasificación a bordo.

En algunas realizaciones, el buque de regasificación 10 puede ser un buque cisterna de GNL, que incorpora equipamiento de a bordo para la vaporización del GNL y la entrega de gas natural a alta presión. En ciertas realizaciones, el buque de regasificación 10 puede ser un buque de transporte de GNL convencional que ha sido modificado para incluir el equipo para la vaporización de GNL y la entrega de gas natural a alta presión. El buque de regasificación 10 puede incluir equipo especializado para llevar a cabo la vaporización del GNL en alta mar. En algunas realizaciones, el buque de regasificación 10 puede estar equipado con equipos de control de emisiones para reducir la cantidad de emisiones de óxido de nitrógeno y de monóxido de carbono de los equipos de energía a bordo de la nave. En ciertas realizaciones, se puede lograr la reducción de emisiones por medio de un sistema de reducción catalítica selectiva que reacciona con los gases de escape del buque de regasificación 10. Un sistema de este tipo reduce los contaminantes en un 95% en comparación con los buques convencionales.

En algunas realizaciones, el buque de regasificación 10 incluye una carga inicial de GNL, que ha sido cargada en los tanques de almacenamiento en el buque de regasificación de la misma manera que en los buques cisterna estándares. La carga puede tener lugar en cualquier terminal tradicional de licuefacción de gas natural. En algunas realizaciones, el GNL se puede transferir desde el buque de transporte de GNL 12 al menos a un tanque de almacenamiento situado en el buque de regasificación 10 por medio del colector 56 del muelle y el colector 20 del buque. En otras realizaciones, el GNL puede ser transferido desde el buque de transporte de GNL 12 directamente al sistema de regasificación en el buque de regasificación 10 a través del colector 56 del muelle y del colector 20 del buque. El colector 20 del buque puede ser una configuración estándar bien conocida por los expertos en la técnica. El colector 56 del muelle puede ser una tubería de transferencia criogénica flexible o rígida o mangueras.

En ciertas realizaciones, el colector 56 del muelle puede ser un tanque de almacenamiento de GNL. El tanque de almacenamiento de GNL puede estar en el muelle 14 o en la costa 16. El buque de transporte de GNL 12 puede atracar en el muelle 14, transferir el GNL al colector 56 del muelle, y a continuación abandonar el muelle 14. El buque de regasificación 10 entonces puede atracar y cargar el GNL desde el colector del muelle 56, regasificar el GNL y descargar el gas natural regasificado en la tubería 22. La tubería de gas 22 puede estar conectada a las instalaciones en tierra 24 o a un sistema de distribución de tuberías.

Las conexiones para líquidos 54 pueden ser un conducto para fluidos y pueden acoplarse al colector 56 del muelle y al colector 20 del buque. Las conexiones para líquidos 54 puede ser tuberías criogénicas flexibles o rígidas o mangueras y / o un brazo de GNL líquido. En algunas realizaciones, se puede usar tuberías rígidas para permitir una mayor tasa de transferencia de GNL entre el buque de transporte de GNL 12 y el buque de regasificación 10. Una configuración de este tipo proporciona al sistema de recuperación de vapor una mayor capacidad para administrar el gas de evaporación generado durante la operación de transferencia.

En una realización, el buque de regasificación 10 recibe su carga inicial de GNL y también cargamentos de GNL posteriores del buque de transporte de GNL 12, mientras el buque de transporte de GNL 12 puede estar atracado en el muelle 14. El GNL del buque de transporte de GNL 12 puede ser entregado directamente al sistema de regasificación del buque de regasificación 10 o puede ser entregado al menos a uno de los tanques criogénicos de almacenamiento de GNL en el buque de regasificación 10, y a continuación ser transferido posteriormente a un sistema de regasificación a bordo del buque de regasificación 10 utilizando métodos que son bien conocido por los expertos en la técnica. En algunas realizaciones el buque de transporte de GNL 12 puede ser un buque de

transporte de GNL estándar, un buque oceánico que puede ser utilizado para el transporte de GNL desde una localización a otra, que es bien conocido por los expertos en la técnica. El buque de transporte de GNL 12 también puede ser un buque de regasificación o cualquier otro método flotante de transporte de GNL, tal como una barcaza. El buque de transporte de GNL 12 puede ser de doble casco y puede incluir al menos un tanque de almacenamiento criogénico aislado, que puede almacenar GNL a aproximadamente -162°C. La presión en el o los tanques de almacenamiento puede ser mantenida constante al permitir que los gases de evaporación se escapen desde el tanque de almacenamiento. La compañía Gaztransport & Technigaz SA de Saint-Remy-les-Chevreuse, Francia suministra tanques tipo de membrana No. 96 especialmente reforzados que son adecuados. Los tanques prismáticos SPB suministrados por IHI Corporation de Tokio, Japón, los tanques esféricos Moss suministrados por Moss Maritime AS de Lysaker, Noruega y los tanques GTT MKIII suministrados por Gaztransport & Technigaz SA de Saint-Rémy-les-Chevreuse, Francia también son tanques de almacenamiento adecuados. Tales tanques de almacenamiento también se pueden incluir en el buque de regasificación 10. La Tabla 1 expone las características no limitativas de las realizaciones del buque de regasificación de GNL 10 y del buque de transporte 12. También se contemplan otros tipos, modelos y tamaños del buque de regasificación 10 y del buque de transporte de GNL 12.

Tabla 1

Tipo de Buque	Buque de transporte de GNL	Buques de regasificación	
Capacidad (m^3)	138.000	138.000	150.900
Sistema de contención	Núm. 96	Núm. 96	Núm. 96
Longitud (m)	277,0	277,0	291,0
Manga (m)	43,40	43,40	43,40
Calado en carga (m) (gravedad específica 0,478)	11,42	11,52	11,94
Calado en escantillón (m) (gravedad específica 0,50)	12,24	12,32	12,42
Calado en lastre (m)	9,40	9,50	9,50
Calado de aire en lastre (m)	44,8	44,7	44,7
Toneladas de peso muerto en calado en escantillón	Aprox. 93.786	Aprox. 77,287	Aprox. 83,301
Toneladas brutas	Aprox. 93.786	Aprox. 93.719	Aprox. 100.311
Velocidad de servicio a 90% MCR	19,5	19,2	19,2
Consumo de combustible (Tm/d)	168	174	176
Caudal de evaporación / dia	0,150%	0,155%	0,155%
Capacidad de carga 98,5% (m^3)	Aprox. 135.963	Aprox. 135.930	Aprox. 148.716
Volumen de enfriamiento (m^3)	800	800	880
Tiempo de enfriamiento (horas)	10	10	10

Diversas disposiciones de conductos para fluidos, tales como tuberías, brazos rígidos, mangueras, conexiones rígidas y / o conexiones flexibles pueden ser utilizados para transferir el GNL entre el buque de transporte de GNL y el buque de regasificación, entre el buque de transporte de GNL y el muelle y / o entre el muelle y el buque de

regasificación. En algunas realizaciones, el buque de transporte de GNL puede contener tuberías de distribución acopladas al menos a un tanque de almacenamiento criogénico y a brazos rígidos para GNL líquido utilizados para la carga y / o descarga de GNL, y el GNL del buque de transporte de GNL puede ser descargado a través de las tuberías de distribución y suministrado al buque de regasificación. Una o unas bombas se pueden emplear durante el proceso de entrega de GNL desde el buque de transporte de GNL al buque de regasificación y / o, en ciertas realizaciones, durante el proceso de entrega de GNL desde uno o más tanques de almacenamiento en el buque de regasificación al sistema de regasificación en el buque de regasificación 10.

El GNL puede ser vaporizado en el buque de regasificación 10 usando métodos conocidos en la técnica para la vaporización de GNL a bordo. Ejemplos de sistemas adecuados para la regasificación del GNL se describen en las patentes norteamericanas números 7.484.371 a Nierenberg; 7.293.600 a Nierenberg; 7.219.502 a Nierenberg; 6.688.114 a Nierenberg; y 6.598.408 a Nierenberg.

En una realización, el calor de al menos una fuente de calor puede ser transferido al GNL por medio de intercambiadores de calor (por ejemplo, intercambiadores de calor de carcasa y tubo y / o intercambiadores de calor de circuito impreso), que permiten la regasificación del GNL. En ciertas realizaciones, el buque de regasificación 10 incluye bombas criogénicas de alta presión para llevar el gas natural licuado desde al menos un tanque de carga a una alta presión antes de la vaporización, vaporizadores para convertir el gas natural licuado de nuevo en gas natural gaseoso, calderas sobredimensionadas para proporcionar energía y mantener las operaciones del buque junto con el proceso de regasificación a bordo, y tanques de carga de GNL reforzados y torres de bombas internas diseñadas para soportar cargas que chapoteantes que se encuentran en todos los niveles de carga.

Como se muestra en la figura 1, el gas natural regasificado pueden ser transferido a tierra desde el buque de regasificación 10 por medio del colector de gas natural 50. En algunas realizaciones, el colector de gas natural 50 puede ser un colector de gas de alta presión situado en el centro del buque. En algunas realizaciones, el colector de gas natural de 50 puede estar situado por delante del colector 20 del buque, pero se contemplan otras localizaciones. El colector de gas natural 50 permite la descarga directa de gas natural desde el buque de regasificación 10 al conducto de gas 52. El conducto de gas 52 permite la carga y descarga de gas natural a alta presión desde el buque de regasificación 10. El conducto de gas 52 puede acomodar una variedad de movimientos para evitar daños en caso de que el buque de regasificación 10 se mueva mientras se encuentra junto al muelle 14 y puede estar montado en el muelle 14. En algunas realizaciones, el conducto de gas 52 puede estar conectado directamente a la tubería de gas 22 en el muelle 14, a la costa 16 o al tanque de almacenamiento en tierra 24.

En algunas realizaciones, el conducto de gas 52 pueden ser tuberías y / o mangueras flexibles o rígidas adecuadas para la transferencia de gas natural gaseoso desde el buque de regasificación 10 al muelle 14. En ciertas realizaciones, el conducto de gas 52 puede ser un brazo de alta presión, por ejemplo el brazo de alta presión 300 que se muestra en la figura 2.

El conducto de gas 52, el muelle 14 y / o el buque de regasificación 10 pueden incluir uno o más sistemas para proporcionar un desbloqueo rápido del conducto de gas 52 desde el buque de regasificación 10, el muelle 14, la costa 16 u otra plataforma o buque. La figura 3 representa una vista esquemática de una realización de un sistema para iniciar el desbloqueo rápido de un conducto de gas. Para mejorar la seguridad, el conducto de gas 52 puede estar equipado con una señal de consigna de alarma para advertir de un movimiento del buque de regasificación 10 a lo largo del muelle 14. En ciertas realizaciones, el muelle 14 puede ser un muelle, un muelle de atraque, una barcaza, un buque de licuefacción, un buque de transporte de GNL, la costa, o cualquier otro buque o estructura marina. El buque de regasificación 10 y / o el conducto 52 también pueden estar equipados con capacidades de desbloqueo rápido manuales o automatizadas, tales como el sistema de desbloqueo rápido 340 que se muestra en la figura 2, para cerrar las válvulas en el conducto de gas 52, por ejemplo, las válvulas 410, y desacoplar el conducto de gas 52 del buque de regasificación 10 si el buque de regasificación 10 se mueve más allá de las señales de consigna de alarma. En algunas realizaciones se puede utilizar un sistema hidráulico para provocar una separación en caso de tales emergencias. En ciertas realizaciones, las conexiones físicas, radio, láser o transpondedores ultrasónicos pueden ser utilizados para medir la distancia entre una localización de envío (por ejemplo, el buque de regasificación 10) y una localización de recepción (por ejemplo, el muelle 14) y de este modo detectar el movimiento anormal entre las mismas.

Como se muestra en la figura 3, los transpondedores 80 puede estar accionados por baterías y / o unidos al buque de regasificación 10 y / o al muelle 14 usando imanes de alta resistencia, ventosas de vacío o algún otro mecanismo de fijación que pueda soportar el agua de mar, viento, frío u otras condiciones extremas. La batería de reserva 88 también puede estar incluida. En algunas realizaciones, múltiples pares de transpondedores que implementan un sistema de elección pueden ser utilizados para determinar si ha habido un movimiento anormal de la nave. En algunas realizaciones, las defensas 87 también pueden ayudar a mantener el buque de regasificación 10 dentro de los parámetros normales. Como se muestra en la figura 3, en algunas realizaciones, los transpondedores 80 envían la información al ordenador 82 a bordo del buque de regasificación 10 o a un controlador lógico programable ("PLC") en una consola de control portátil o fija utilizando el transmisor de radio de baja potencia 83. El ordenador 82 o un PLC pueden analizar entonces los datos de los transpondedores, incluyendo la distancia entre las carcasas, la velocidad de cambio, el grado de balanceo y cabeceo para determinar

si se está produciendo un movimiento anormal y activar una alarma audible y / o visual en una sala de control, en una consola de control y / o en las cubiertas abiertas del buque de regasificación 10, por ejemplo la alarma 86, cuando recibe la entrada adecuada. El ordenador 82 se puede comunicar con la alarma 86 por medio de una conexión inalámbrica o por cable. En algunas realizaciones, el ordenador o PLC se pueden programar para entender los parámetros del movimiento normal del buque y la desviación inaceptable de esos parámetros. En algunas realizaciones, el ordenador 82 puede determinar que una distancia entre los cascos se ha desviado de uno o más parámetros preestablecidos durante una duración de tiempo preestablecido. Los transpondedores 80 y otros equipos en el campo o en la cubierta del buque de regasificación 10 utilizados para la detección y activación de la necesidad de una parada de emergencia y el desacoplamiento del conducto de gas 52 que se describe en la presente memoria descriptiva son significativamente más seguros que los métodos convencionales. Los métodos convencionales requieren conexiones mecánicas y / o hidráulicas que son difíciles de manejar y pueden presentar peligros de seguridad y / o ambientales.

En algunas realizaciones como se muestra en la figura 2, el acoplamiento de desbloqueo de emergencia ("ERC") 350 en el buque de regasificación 10 y / o en el conducto 52 se puede usar solo o en conjunto con una parada de emergencia y las conexiones de desbloqueo rápido sobre el conducto de gas 52, que pueden ser las válvulas de cierre 410 y el sistema de desbloqueo rápido 340 que se describen en la presente memoria descriptiva. En algunas realizaciones, un sistema físico o hidráulico puede ser utilizado en la cubierta del buque de regasificación 10 con este propósito. En ciertas realizaciones, la comunicación por radio y los sistemas de accionamiento neumáticos pueden ser usados en paradas de emergencia y en el ERC 350 en la cubierta del buque de regasificación 10. La figura 4 representa una vista esquemática de una realización de un sistema para proporcionar comunicación de radio y sistemas de accionamiento neumático para activar el cierre de emergencia y los acoplamientos de desbloqueo de emergencia en la cubierta de un buque de regasificación. Cuando se activa la alarma audible y / o visual 86, un operador (si está presente) puede optar por enviar una o más señales de radio u otro tipo de señal a uno o más actuadores de ruptura en seco ERC, tal como el actuador de ruptura en seco 500, que puede estar unido al colector, por ejemplo en el ERC 350. La señal puede ser enviada por un ordenador en una sala de control, tal como un ordenador 82, o en un carro de control fijo o portátil. Una o más frecuencias de radio se pueden utilizar para activar uno o más actuadores de ruptura en seco ERC individuales, consecutivamente o simultáneamente, según sea necesario. El actuador de ruptura en seco ERC 500 recibe la señal con el receptor 502 y puede utilizar un sistema neumático de presión almacenada para activar el desbloqueo del ERC 500 entre el buque de regasificación 10 y el muelle 14. Si un operador no está presente, entonces el sistema se puede programar para enviar una señal automáticamente al cierre de emergencia y / o al actuador de ruptura en seco ERC 500 para que se desbloquee si la alarma 86 permanece activada durante un periodo de tiempo predeterminado, por ejemplo, 20 segundos, 30 segundos o un minuto. El proceso de desbloqueo se puede producir en dos pasos. En primer lugar, la transferencia de carga puede ser cerrada. En segundo lugar, si la alarma continúa, puede haber una segunda señal para activar el ERC 350 y / o el sistema de desbloqueo rápido 340 en cada manguera, tubería, brazo de alta presión, y / o conducto de gas. El receptor 502 puede requerir la recepción de múltiples señales del PLC o del ordenador 82 antes de activar el desbloqueo, con el fin de confirmar en primer lugar que la transferencia de carga está interrumpida antes de iniciar el desbloqueo de los acoplamientos. Por otra parte, el equipo de comunicación conectado al actuador de ruptura en seco ERC 500 puede realizar comunicaciones de dos vías con el PLC o con el ordenador 82. La comunicación por radio y el método de accionamiento neumático y el sistema que se describen en la presente memoria descriptiva aumentan la seguridad en comparación con los métodos convencionales.

Como se muestra en la figura 4, una vez que el receptor 502 obtiene una señal para iniciar un desbloqueo en el acoplamiento 504, el receptor 502 con la antena 506, perfora el cilindro de gas nitrógeno comprimido unido 508. El receptor 502 también puede incluir una válvula de solenoide y de despresurización. En esta realización, el cambio en la presión hace que el cilindro neumático 510 con un pistón se mueva y el acoplamiento 504 se abra, desconectándose del collarín 512 del ERC y permitiendo la separación de las conexiones entre el buque de regasificación 10 y el muelle 14, por ejemplo la tubería de transferencia 420 o el conducto de gas 52. El sistema de desbloqueo rápido / emergencia que se describe en la presente memoria descriptiva también se puede usar en relación con tuberías rígidas o flexibles, mangueras, brazos de carga / descarga de gas, brazos de alta presión, y / o brazos para líquidos entre los dos buques, entre un buque de transporte de GNL y un muelle, o entre cualesquiera buques, vehículos o estructuras utilizadas para las transferencias de carga, tales como las transferencias de gas a alta presión o de GNL.

En algunas realizaciones, el conducto de gas 52 puede ser un brazo rígido de carga / descarga de gas. Por ejemplo, el conducto de gas 52 puede ser un brazo de alta presión. La División Emco Wheaton del Engineered Products Group de Gardner Denver Inc. de Quincy, Illinois suministra un brazo de alta presión adecuado diseñado para manejar el gas natural a alta presión que pueda ser descargado del buque de regasificación 10.

Un brazo de alta presión puede tener características construidas a medida que varían dependiendo del sistema particular en el que se puede utilizar. La figura 2 representa una realización de un brazo de alta presión. El brazo de alta presión 300 puede estar montado de manera rígida, flexible o rotativa en el muelle 14. El brazo de alta presión 300 puede ser adecuado para la transferencia de gas natural gaseoso y puede estar acoplado rotativamente en el primer extremo 310 al buque de regasificación 10 y acoplado rotativamente en un segundo extremo 320 a la tubería 330 del muelle. En algunas realizaciones, el brazo de alta presión 300 comprende la tubería de transferencia 420 y las válvulas de cierre 410. La tubería de transferencia 420 puede ser una tubería

rígida, una tubería flexible o mangueras. El brazo de alta presión 300 puede estar configurado para rotar sobre su eje y en todas las dimensiones, mediante el movimiento giratorio, moviéndose arriba y abajo y entrando y saliendo en respuesta a las fuerzas del viento y del oleaje que actúan sobre el buque de regasificación 10. El brazo de alta presión 300 contiene múltiples articulaciones 305, el amortiguador 430 y los contrapesos 307 para permitir el movimiento y / o articulación del brazo de alta presión 300.

Como se muestra en la figura 2, el primer extremo 310 del brazo de alta presión 300 incluye un sistema de desbloqueo rápido 340. Si el movimiento del brazo de alta presión 300 supera uno o más parámetros preestablecidos en cualquier dirección, el sistema de desbloqueo rápido 340 produce el cierre de las válvulas 410 en el primer extremo 310 para que se cierren rápidamente y para que se desbloquee el sistema de desbloqueo rápido 340. También como se muestra en la figura 2, el buque de regasificación 10 incluye el ERC 350, que puede estar situado sobre la cubierta junto al primer extremo 310. El ERC 350 actúa en respuesta al movimiento del buque que excede uno o más parámetros preestablecidos, por ejemplo, mediante el uso de los sistemas de desbloqueo hidráulicos o neumáticos que se han descrito en la presente memoria descriptiva. El ERC 350 puede operar de forma automática o comunicarse con el buque de regasificación 10, el brazo de alta presión 300 y / o un operador, con el PLC y / o con el ordenador en el buque de regasificación 10 o en el muelle 14 usando métodos de comunicación mecánicos, electrónicos, de audio o visuales que se han descrito en la presente memoria descriptiva. Este procedimiento de emergencia permite el desacoplamiento inmediato del brazo de alta presión 300 desde el buque de regasificación 10 cerrando el flujo de gas entre el buque de regasificación 10 y el muelle 14 y separando físicamente el brazo de alta presión 300 del buque de regasificación 10. El brazo de alta presión 300 se puede mover automáticamente separándose del buque cuando el sistema de desbloqueo rápido 340 es activado, como se muestra en la vista alternativa en la figura 2. Una defensa flotante puede estar unida al muelle 14 para proteger el buque de regasificación 10 de las colisiones contra el muelle 14.

En algunas realizaciones, el buque de regasificación 10 puede incluir un sistema de regasificación de bucle cerrado. El uso de un sistema de bucle cerrado puede permitir un uso mínimo de agua de mar por el buque de regasificación 10 en una o más realizaciones del sistema.

La figura 5 representa un sistema de regasificación de bucle cerrado. Al menos una porción del GNL transferido desde el buque de transporte de GNL 12 al buque de regasificación 10 entra en el vaporizador 30 a través del conducto 32 del vaporizador. En algunas realizaciones, todo el GNL transferido al buque de regasificación puede ser regasificado en el vaporizador 30. La transferencia y la regasificación del GNL se pueden realizar como un proceso continuo.

El vaporizador 30 incluye, pero no se limita a, intercambiadores de calor de carcasa y tubos, vaporizadores de parrilla abierta, vaporizadores de combustión sumergidos, vaporizadores calentados con aire ambiente, y unidades combinadas de calor y energía. El vaporizador 30 puede estar acoplado a las tuberías 34. El fluido puede circular a través de las tuberías 34 utilizando la bomba 36 en un modo o sistema de bucle cerrado. El líquido en la tubería 34 puede ser calentado por intercambio de calor con fluido de las calderas 38 utilizando intercambiadores de calor 40. El líquido en las tuberías 34 incluye, pero puede no estar limitado a, agua, glicol, una mezcla de agua y glicol, o propano. En algunas realizaciones, el fluido en la tubería 34 puede ser el mismo que el fluido calentado por las calderas 38 y proporcionado a los intercambiadores de calor 40. En algunas realizaciones, el fluido calentado por las calderas 38 se puede mezclar con otro fluido que circula en la tubería 34 a través de los intercambiadores de calor 40. El fluido calentado o la mezcla de fluidos circula a través del vaporizador 30 y calienta el GNL lo suficiente para regasificar el GNL. El gas natural regasificado sale del vaporizador 30 a través del conducto de salida 42. El conducto de salida 42 puede estar conectado a un colector de a bordo y / o a tuberías adecuadas para transferir el gas natural a tierra tal como se describe en la presente memoria descriptiva. En ciertas realizaciones, el calor adicional puede ser proporcionado a los intercambiadores de calor 40 y / o a la tubería 34 desde el sistema de refrigeración central 44 conectado al sistema de energía 46. En algunas realizaciones, el calor adicional del sistema de refrigeración central 44 puede no ser necesario. El sistema de energía 46 puede incluir, pero puede no estar limitado a, una o más turbinas, calentadores eléctricos y / o motores diesel.

En algunas realizaciones, un modo de bucle abierto puede ser utilizado para regasificar el GNL. En un modo de bucle abierto, el agua de mar puede ser aspirada a través de cajas marinas a bordo del buque de regasificación 10. El agua de mar puede ser utilizado como una fuente de calor y se hace pasar a través de los tubos de los vaporizadores de carcasa y tubos. En algunas realizaciones, puede ser utilizada una combinación de la operación de un modo de bucle cerrado y de un modo de bucle abierto ("modo combinado") para regasificar el GNL. En un modo combinado, el agua de mar a temperaturas entre 7,22ºC y 14,44ºC (45 y 58°F) puede ser utilizado como una fuente de calor y el calor adicional se puede introducir utilizando vapor de las calderas 38 en el buque de regasificación 10, o alguna otra fuente o fuentes de calor adicionales, para proporcionar calor suficiente para la vaporización del GNL.

Los equipos situados en o cerca de muelle 14 pueden estar conectados al conducto de gas 52 y proporcionar control de la presión y / o control de flujo durante la transferencia de gas natural regasificado desde el colector de gas natural 50 al conducto de gas 52. En algunas realizaciones, se puede mezclar nitrógeno con el gas natural regasificado en instalaciones sobre el terreno. Por ejemplo, las instalaciones pueden proporcionar la entrega de

gas natural que contiene hasta 5 por ciento en volumen de nitrógeno. Las instalaciones de mezcla de nitrógeno permiten que se suministre gas natural de prácticamente cualquier especificación.

Una vez que el GNL se ha vaporizado, puede ser descargado a través del conducto de gas 52 a la tubería de gas 22. La tubería de gas 22 puede estar en el muelle 14. La transferencia directa del buque de regasificación 10 a la tubería de gas 22 permite el acceso directo a las instalaciones en tierra 24 que se muestran en la figura 1. Las instalaciones en tierra incluyen, pero no se limitan a, instalaciones residenciales e industriales, una red de gas natural, plantas de energía u otra instalación de distribución de gas natural. Un enlace de las tuberías de gas a alta presión se puede utilizar para conectar los sistemas de transporte de gas natural existentes. En una realización, la instalación en tierra 24 puede manejar importaciones de pico de hasta aproximadamente 17 millones de m^3/d (600 millones de pies cúbicos / d) de gas natural.

Las figuras 6A, 6B y 6C representan diagramas esquemáticos de realizaciones de sistemas para proporcionar una regasificación continua del GNL. La figura 6A es una vista esquemática de una realización de un sistema para proporcionar gas natural regasificado a las instalaciones en tierra que incluye un buque de transporte de GNL que se encuentra situado en un primer lado de un muelle y un buque de regasificación que se encuentra situado en un segundo lado del muelle. La figura 6B es una vista esquemática de una realización del sistema para proporcionar gas natural regasificado a las instalaciones en tierra que incluye un buque de transporte de GNL y un buque de regasificación que se encuentran situados en el mismo lado del muelle. La figura 6C es una vista esquemática de una realización de un sistema para proporcionar gas natural regasificado a las instalaciones en tierra que incluye un buque de transporte de GNL que se encuentra situado próximo a un primer muelle y un buque de regasificación que se encuentra situado próximo a un segundo muelle.

Como se muestra en la figura 6A, el buque de transporte de GNL 12 está acoplado a un primer lado del muelle 14 y el buque de regasificación 10 está acoplado a un segundo lado del muelle 14. Como se muestra en la figura 6B, el buque de transporte de GNL 12 y el buque de regasificación 10 están acoplados a un mismo lado del muelle 14. Como se muestra en la figura 6C, el buque de transporte de GNL 12 está acoplado a un primer muelle 14 y el buque de regasificación 10 está acoplado a un segundo muelle 14, que puede ser adyacente al primer muelle 14. El GNL puede ser transferido desde el buque de transporte de GNL 12 al buque de regasificación 10 a través de conexiones para líquidos 54 y al colector 56 del muelle, que puede incluir la parada de emergencia, las válvulas de cierre 410, el sistema de desbloqueo rápido 340, el ERC 350 y / u otro u otros sistemas de desbloqueo de emergencia. El colector 56 del muelle incluye, pero puede no estar limitado a, la tubería criogénica de transferencia flexible o rígida. La tubería rígida puede permitir la descarga de GNL al doble de la velocidad que la tubería flexible. El colector 56 del muelle puede estar situado en, o conectado al, muelle 14. En algunas realizaciones, las conexiones para líquidos 54 y el colector 56 del muelle forman un único conducto. Por ejemplo, las conexiones para líquidos 54 y el colector 56 del muelle forman una tubería o manguera contigua. En ciertas realizaciones, el colector 56 del muelle puede ser un colector para el transporte de GNL. En algunas realizaciones, las conexiones para líquidos 54 pueden ser brazos rígidos de GNL líquido. Los brazos rígidos de GNL líquido pueden ser similares al brazo de alta presión 300 que se ha descrito en la presente memoria descriptiva. Sin embargo, los brazos rígidos de GNL líquido están configurados para transferir gas natural líquido criogénico en lugar de gas natural gaseoso a alta presión. Las conexiones para líquidos 54 y el colector 56 del muelle permiten el flujo ininterrumpido de la carga base de gas natural licuado. La utilización del sistema de transferencia que se ha descrito más arriba de buque a muelle o de muelle a buque puede facilitar el manejo de gas de evaporación. En algunas realizaciones, el colector 56 del muelle puede ser una tubería rígida y las conexiones para líquidos 54 puede ser conexiones rígidas, tales como brazos rígidos. En algunas realizaciones, los brazos rígidos pueden proporcionar una capacidad superior para administrar el gas de evaporación generado durante las operaciones de transferencia.

A bordo de buque de regasificación 10, el GNL puede ser regasificado como se ha descrito en la presente memoria descriptiva. El gas natural regasificado puede ser transferido entonces al muelle 14 a través del conducto de gas 52. Por ejemplo, el gas natural regasificado puede ser transferida a través del brazo de alta presión 300 a la tubería de gas 22 en el muelle 14. El conducto de gas 52 puede estar acoplado a las instalaciones en tierra como se describe para la figura 1.

Como se describe en la presente memoria descriptiva, tanto el buque de transporte de GNL 12 como el buque de regasificación 10 pueden estar fondeados en uno o más muelles, por ejemplo como se muestra en las figuras 6A, 6B y 6C. Alternativamente, en algunas realizaciones, un buque de transporte GNL puede estar situado en un lado de un buque de regasificación y el buque de regasificación puede estar situado próximo a un muelle. El GNL puede ser transferido desde el buque de transporte de GNL al buque de regasificación. A bordo del buque de regasificación el GNL puede ser vaporizado a gas natural. Se puede permitir que el gas natural sea transferido a tierra. Puesto que sólo el buque de regasificación está atracado, tales realizaciones pueden reducir la cantidad de espacio y de capital que se utiliza en el muelle.

La figura 7 es un vista esquemática de una realización de un sistema para proporcionar gas natural regasificado a las instalaciones en tierra que utilizan la transferencia de gas natural licuado de lado a lado en muelle. El buque de transporte de GNL 12 puede estar posicionado próximo al buque de regasificación 10. Como se muestra, el buque de transporte de GNL 12 puede estar posicionada junto al buque de regasificación 10. En algunas realizaciones, el buque de transporte de GNL 12 puede estar posicionado a popa del buque de regasificación 10. En ciertas

realizaciones, el buque de transporte de GNL 12 puede estar posicionado en la popa del buque de regasificación 10.

El buque de regasificación 10 y el buque de transporte de GNL 12 se pueden acoplar usando técnicas conocidas por expertos en la técnica para facilitar la transferencia de GNL de buque a buque. Por ejemplo, el buque de regasificación 10 y el buque de transporte de GNL 12 pueden estar acoplados utilizando instalaciones de fondeo y equipos de defensas. El buque de regasificación 10 puede estar posicionado junto al muelle 14. El buque de regasificación 10 puede estar acoplado al muelle 14 como se describe en la presente memoria descriptiva. El GNL puede ser transferido desde el buque de transporte de GNL 12 al buque de regasificación 10 por medio de conexiones flexibles o rígidas 58. Las conexiones 58 pueden ser flexibles o rígidas, y pueden comprender el uso de mangueras criogénicas flexibles, sillas de soporte de mangueras, acoplamientos rápidos de emergencia y / o sistemas de cierre de emergencia y de desbloqueo de emergencia. En algunas realizaciones, las conexiones 58 pueden ser el sistema de colectores 60 que se describe en la figura 8. El gas de evaporación puede ser administrado por la transferencia de buque a buque. El GNL transferido puede ser tratado a bordo del buque de regasificación para formar el gas natural regasificado. El gas natural regasificado puede ser transferido al muelle 14 por medio del conducto de gas 52. Como se ha descrito más arriba para la figura 1, el conducto de gas 52 puede estar acoplado a las instalaciones en tierra.

La figura 6 es un vista esquemática de una realización de un sistema de colectores para la transferencia de GNL de buque a buque. El sistema de colectores 60 puede permitir la transferencia de GNL desde el buque de transporte de GNL 12 al buque de regasificación 10 de una manera segura y eficiente. Aunque se muestra para la transferencia de buque a buque, uno o más de los sistemas de colectores 60 pueden ser utilizados para la transferencia de buque a muelle o de muelle a buque. Por ejemplo, el sistema de colectores 60 se puede utilizar para la combinación del colector 56 del muelle y las conexiones para líquidos 54 que se describen en la figura 1 y / o en las figuras 6A, 6B y 6C.

Como se muestra en la figura 8, el GNL puede circular desde un tanque de almacenamiento de GNL en el buque de transporte de GNL 12 a través de conductos para líquidos 62. Los conductos para líquidos 62 pueden estar acoplados a las mangueras para líquidos 64. El GNL puede ser transferido desde los conductos para líquidos 62 a las mangueras para líquidos 64 y circular al buque de regasificación 10 a través del conducto para líquidos 62'. La cubierta 66 soporta las mangueras para líquidos 64 y las mangueras de vapor 68. Las mangueras de vapor 68 se pueden acoplar a los conductos de vapor 70 y 70'. Los conductos de vapor 70 y 70' y las mangueras de vapor 68 ayudan a manejar el gas de evaporación generado como GNL que puede ser transferido por medio de los conductos para líquidos 62. Las mangueras para líquidos 64 pueden contener accesorios terminales de acero inoxidable, pueden estar llenos de epoxi y ser estampados, y del tipo aprobado por clase para la transferencia de GNL de buque a buque. Las mangueras para líquidos 64 también pueden contener capas de polietileno y estar configuradas para soportar ciclos criogénicos y que se produzcan fugas antes de fallar. En algunas realizaciones, las mangueras para líquidos 64 pueden ser mangueras compuestas de 200 mm (8 pulgadas) de diámetro, 15 metros de longitud, y con un radio de curvatura de 0,65. Las mangueras para líquidos 64 pueden ser soportadas por sillas de soporte 72 en cada uno de los buques 10 y 12.

Las mangueras para líquidos 64 y las mangueras de vapor 68 se pueden colocar en las sillas de soporte 72. Las sillas de soporte 72 puede proporcionar protección y soporte a las mangueras para líquidos 64 y a las mangueras de vapor 68 y mantener el radio de curvatura de las mangueras. Además, las sillas de soporte 72 puede transferir las cargas de las mangueras para líquidos 64 y de las mangueras de vapor 68 al colector de la cubierta en los buques 10 y 12 y proporcionar protección contra los roces a las mangueras. Las mangueras para líquidos 64 se pueden conectar a los conductos para líquidos 62, 62' con piezas de carrete 74, 74'. Además, las mangueras de vapor 68 se pueden conectar a conductos de vapor 70, 70' con piezas de carrete 74, 74'. Las piezas de carrete 74, 74' pueden reducir el diámetro de la tubería para que coincida con el diámetro de las conexiones de la manguera en comparación con las conexiones que hacen uso de conectores de tubería y mangueras convencionales. Por ejemplo, mediante el uso de piezas de carrete 74, las mangueras para líquidos 64 pueden estar conectadas a conductos para líquidos 62, 62' y / o las mangueras de vapor 68 pueden estar conectadas a los conductos de vapor 70, 70' con ángulos menores de 45 grados. El uso de carretes 74, 74' puede permitir que se utilice un mayor número de mangueras y / o conductos en el sistema de colectores 60 en comparación con los sistemas de colectores de GNL convencionales.

Los acoplamientos de desbloqueo 76 pueden estar situados entre las mangueras para líquidos 64 y las piezas 74' de silla de soporte de carretes y / o entre las mangueras de vapor 68 y las piezas 74' de silla de soporte de carretes. Los acoplamientos de desbloqueo 76 pueden permitir que las mangueras para líquidos 64 y / o las mangueras de vapor 68 se desacoplen rápidamente en situaciones de emergencia. En algunas realizaciones, los acoplamientos de desbloqueo 76 pueden ser ERC 350. Los acoplamientos de desbloqueo 76 pueden ser operados de forma remota y / o automáticamente, por ejemplo como se describe en las figura s. 3 y 4, y proporcionar una rotura seca cuando se produce una ocurrencia de una fuga de gas natural licuado. En algunas realizaciones, un sistema hidráulico puede ser utilizado para detectar y activar una separación. En algunas realizaciones, la comunicación por radio y el sistema de accionamiento neumático que se muestran en la figura 4 pueden ser utilizados para detectar y activar una separación. En ciertas realizaciones, los acoplamientos de desbloqueo 76 pueden ser sistemas de desbloqueo rápido 340 y / o ERC 350.

El sistema de colectores 60 puede incluir sistemas de baño de agua 78, 78'. El sistema de baño de agua 78 puede proteger las cubiertas, y los tanques de carga de los buques 10 y 12 del desbloqueo accidental de GNL. Los sistemas de baño de agua 78, 78' pueden incluir un baño de agua en la cubierta principal de los buques bajo el área de colectores y una cortina de agua adicional en cada colector.

Los sistemas y métodos para la transferencia de GNL de buque a buque en muelle y de regasificación continua a bordo que se descrito permiten instalaciones de regasificación móviles que operan en una localización más protegida que los métodos y los sistemas anteriores y por lo tanto pueden ser menos susceptibles a las interrupciones climatológicas. Este método y sistema son más baratos que los sistemas y métodos conocidos porque pueden necesitar menos infraestructuras terrestres y submarinas y pueden ser requeridos menos permisos. Además, los métodos y sistemas que se describen pueden implementarse en un período más corto de tiempo que los sistemas y los métodos actuales. Por ejemplo, algunas localizaciones que utilizan una realización de la invención descrita se pueden poner en servicio en un plazo de tan sólo 12 meses desde la selección del sitio y a un costo de alrededor del 10% de un terminal de GNL convencional con base en tierra con las mismas capacidades o pueden reemplazar instalaciones de GNL convencionales en menos de siete meses. Los métodos y sistemas que se han descrito se pueden volver a aplicar de manera más rápida que los métodos y sistemas convencionales, si los sistemas son dañados. Los sistemas y métodos que se han descrito amplían la disponibilidad de posibles localizaciones de recepción de GNL y estos sistemas son inesperadamente seguros mientras operan más cerca de la costa que los métodos convencionales en alta mar.

Otras modificaciones y realizaciones alternativas de diversos aspectos de la invención pueden ser evidentes para los expertos en la técnica a vista de esta descripción. En consecuencia, esta descripción se debe interpretar solamente como ilustrativa y tiene el propósito de enseñar a los expertos en la técnica la manera general de llevar a cabo la invención. Se debe entender que las formas de la invención que se han mostrado y descrito en la presente memoria descriptiva han de tomarse como las realizaciones actualmente preferidas. Los elementos y materiales se pueden sustituir por los que se ilustran y describen en la presente memoria descriptiva, las partes y procesos se pueden invertir, y ciertas características de la invención se pueden utilizar de forma independiente, todo ello como será evidente a un experto en la técnica después de tener el beneficio de esta descripción de la invención. Se pueden hacer cambios en los elementos que se describen en la presente memoria descriptiva sin apartarse del espíritu y alcance de la invención como se describe en las siguientes reivindicaciones. Además, se debe entender que las características descritas en la presente memoria descriptiva de forma independiente, en ciertas realizaciones, pueden ser combinadas.

REIVINDICACIONES

1. Un aparato para el desbloqueo rápido de un conducto, incluyendo el aparato:

un conducto (52) acoplado mecánicamente a una localización de envío (10) y a una localización de recepción (14);

un acoplamiento de desbloqueo de emergencia (ERC) (500) acoplado mecánicamente al conducto (52);

un receptor de radio (502) en el ERC (500);

un sistema neumático de desbloqueo (504, 508, 510, 512) acoplado al ERC, en el que el sistema neumático de desbloqueo (504, 508, 510, 512) desacopla el conducto (52) cuando es activado por el receptor de radio (502); y

un par de transpondedores (80), en el que los transpondedores (80) miden la distancia entre la localización de envío (10) y la localización de recepción (14).

2. El aparato de la reivindicación 1, en el que el conducto (52) es un conducto de gas o una manguera para líquidos.

3. El aparato de la reivindicación 1, en el que el sistema neumático de desbloqueo (504, 508, 510, 512) desacopla el conducto (52) de la localización de envío (10) y / o de la localización de recepción (14).

4. El aparato de la reivindicación 1, que comprende, además, un ordenador (82), en el que el ordenador (82) envía una señal al receptor de radio (502) para activar el sistema de desbloqueo neumático (504, 508, 510, 512).

5. El aparato como se reivindica en la reivindicación 1, en el que los transpondedores (80) envían una señal al ordenador (82) para que envíe una señal al receptor de radio (502) y / o para que envíe una señal de alarma (86).

6. El aparato de la reivindicación 1, en el que el receptor de radio (502) comprende, además, una antena (506).

7. El aparato de la reivindicación 1, en el que la localización de envío (10) es un buque de regasificación.

8. Un método para el desbloqueo rápido de un conducto que comprende:

medir una distancia entre una localización de envío (10) y una localización de recepción (14) utilizando un primer transpondedor (80) en la localización de envío (10) y un segundo transpondedor (80) en la localización de recepción (14), en el que la localización de envío (10) y la localización de recepción (14) están acopladas a un conducto (52), en el que el conducto (52) comprende un acoplamiento de desbloqueo de emergencia (ERC) (500);

enviar una señal de radio al ERC (500) cuando la distancia medida se desvía de al menos un parámetro preestablecido; y

accionar neumáticamente el ERC (500) tras la recepción de la señal de radio, en el que el accionamiento del ERC (500) desacopla el conducto (52).

9. El método de la reivindicación 8, en el que la señal de radio es iniciada por un ordenador (82), en el que el ordenador (82) procesa la información recibida de los transpondedores primero y segundo (80).

10. El método como se reivindica en la reivindicación 8, en el que el envío de la señal de radio se produce cuando la distancia medida se desvía de al menos un parámetro predefinido durante una duración de tiempo predefinida.

11. El método de la reivindicación 8, en el que el ERC (500) comprende además una antena (506) y un receptor (502).

12. El método de la reivindicación 8, en el que el accionamiento neumático del ERC (500) desacopla el conducto (52) de la localización de envío (10) o de la localización de recepción (14).

13. El método de la reivindicación 8, en el que el conducto (52) comprende, además, una válvula de cierre (410) y / o un sistema de desbloqueo rápido (340).

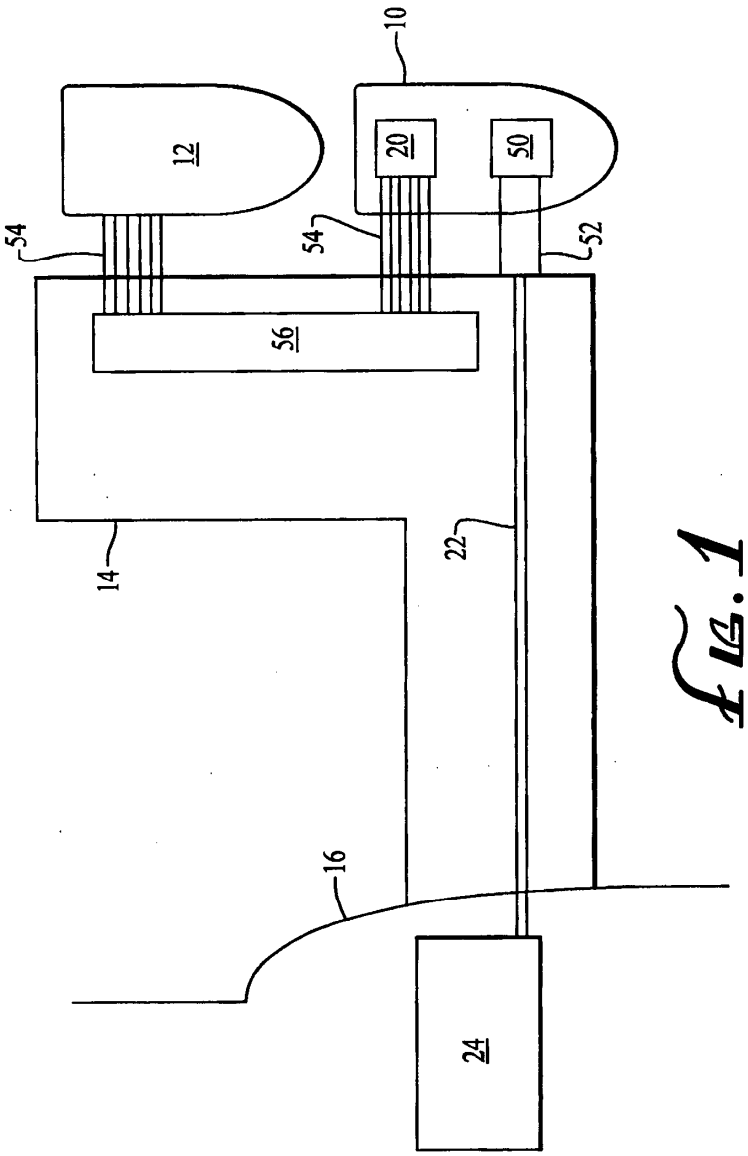

Fig. 1

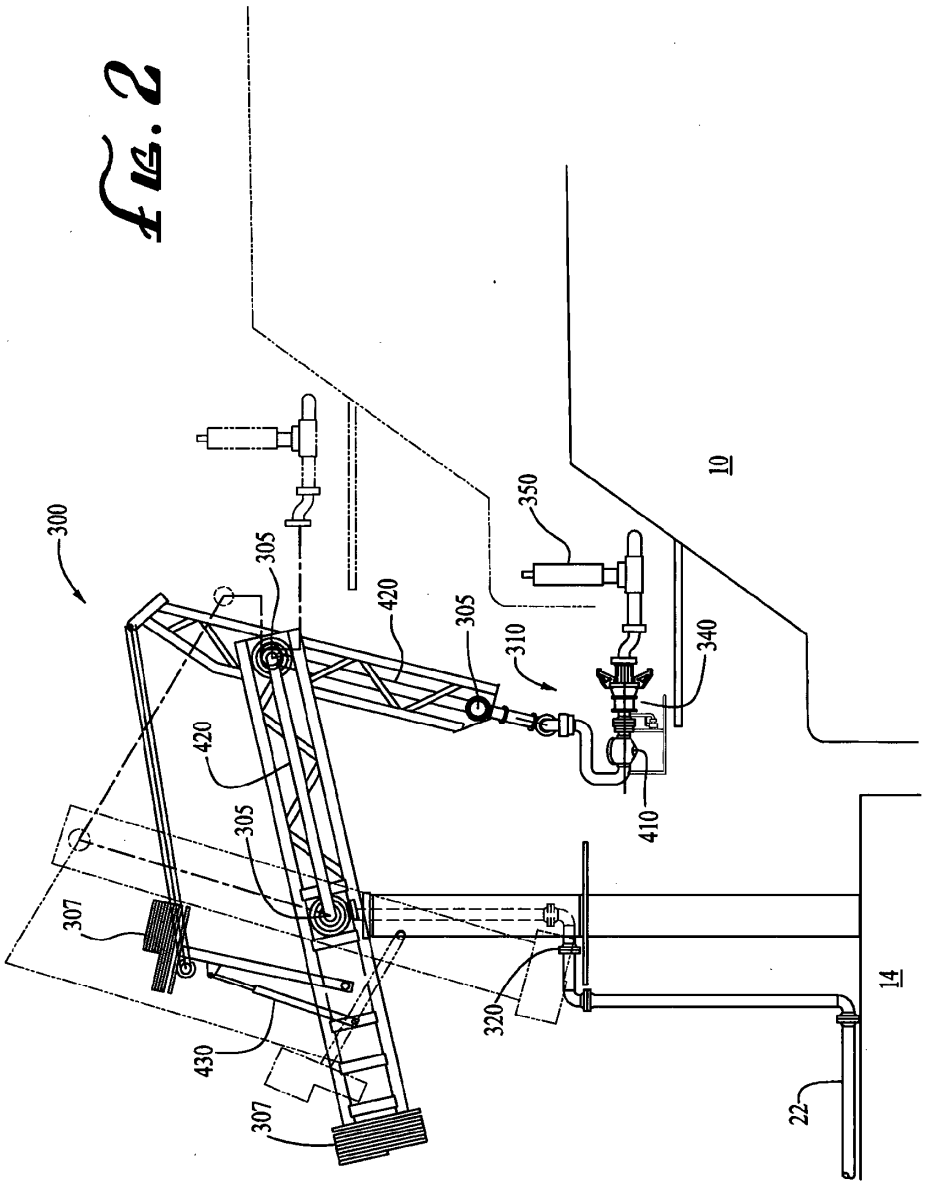

Fig. 2

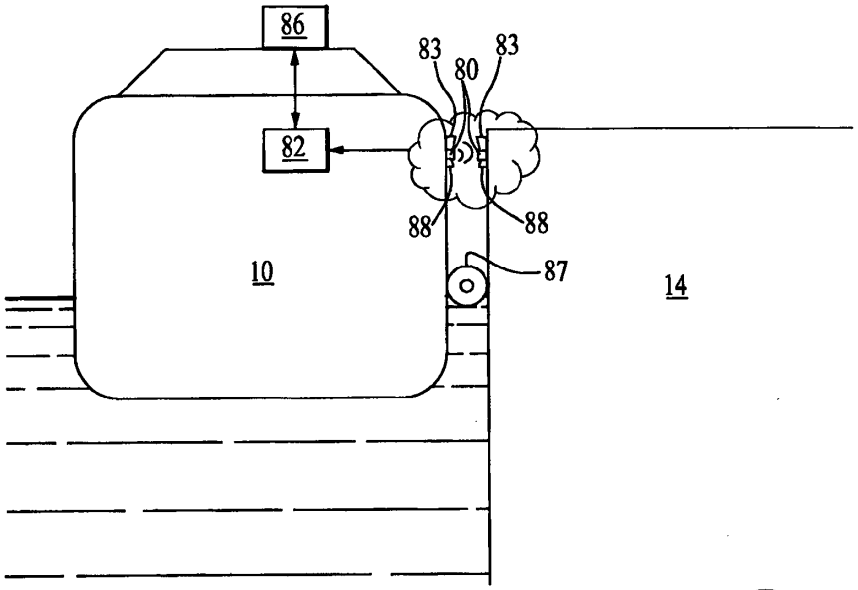

FIG. 3

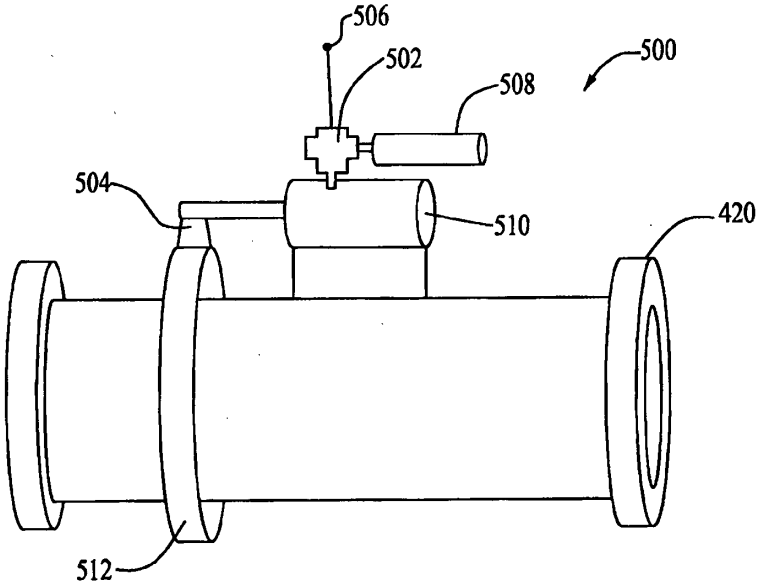

FIG. 4

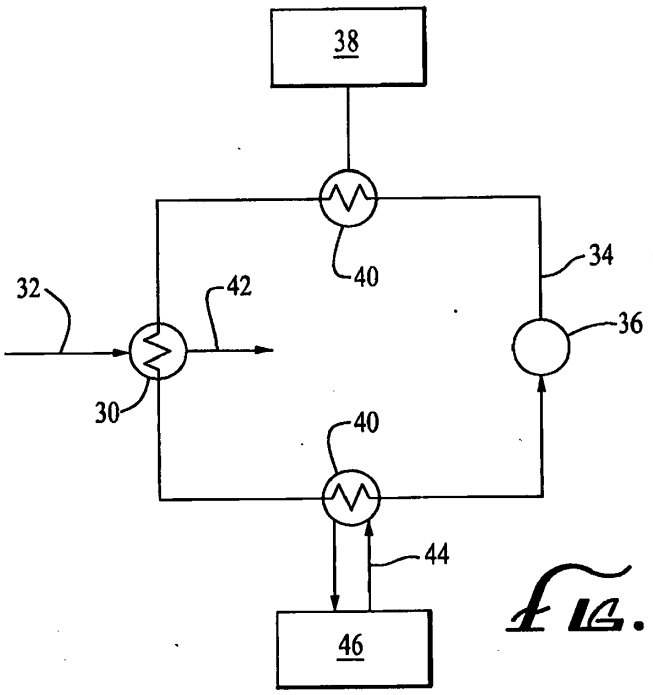

FIG. 5

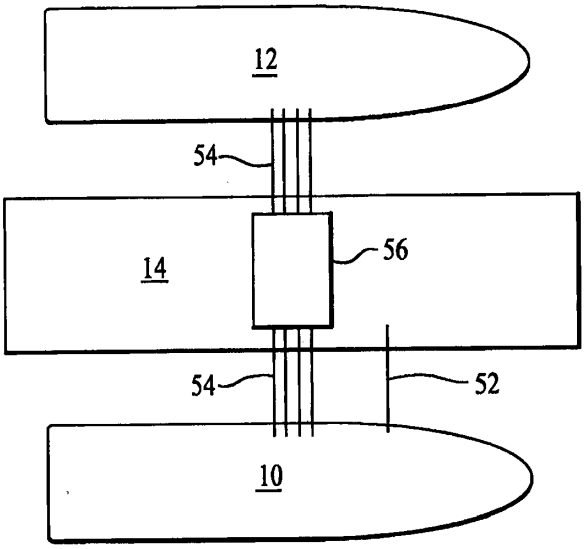

FIG. 6A

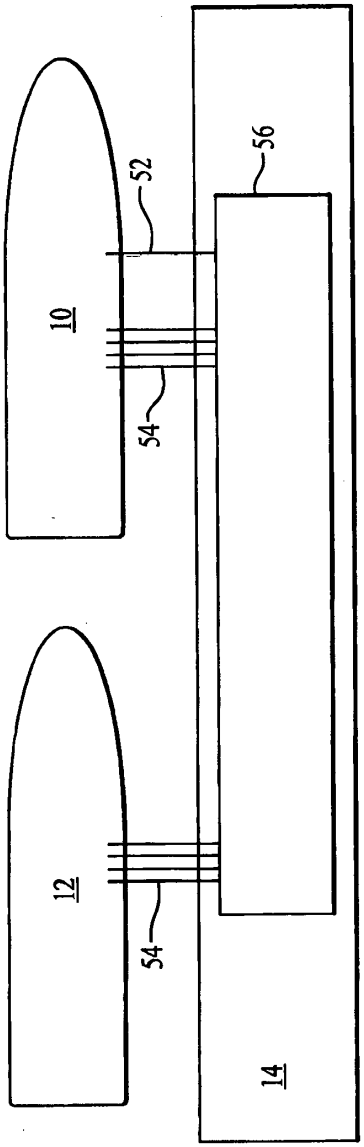

FIG. 6B

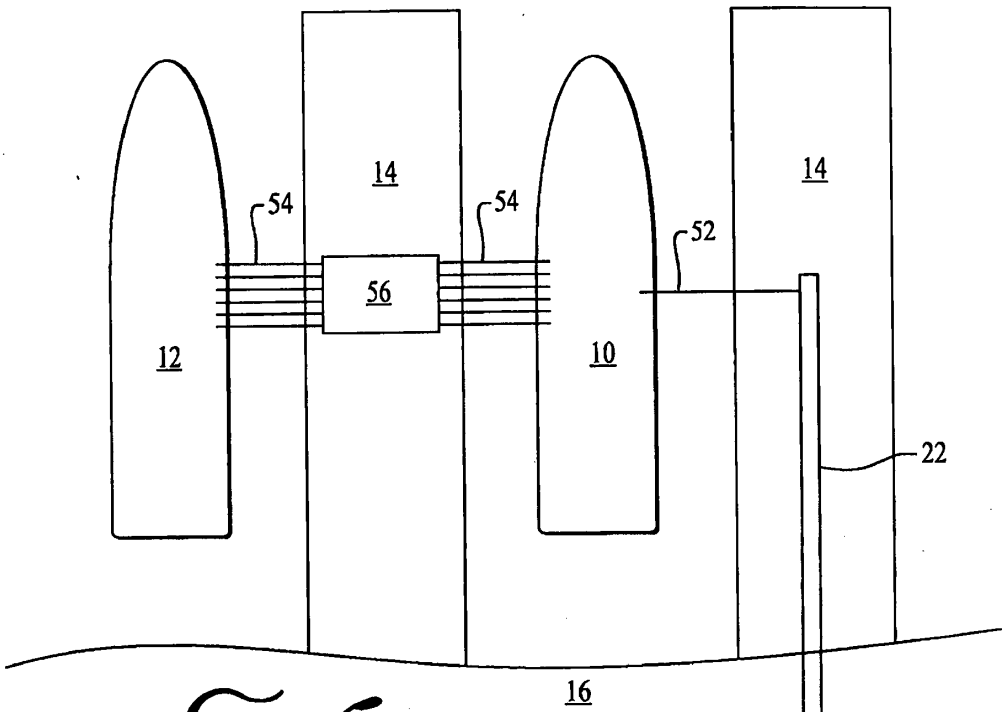

FIG. 6C

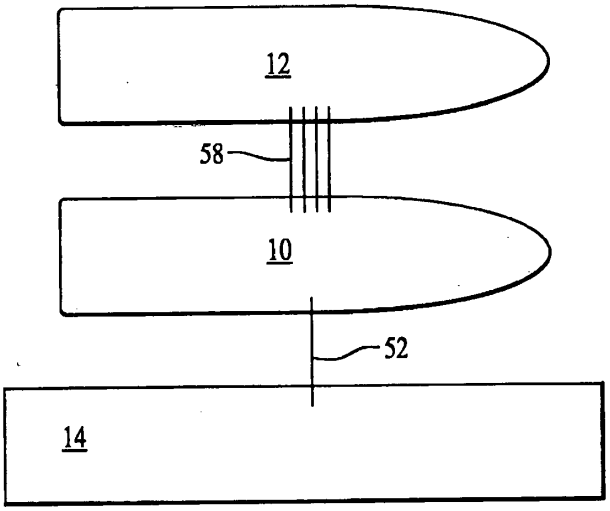

FIG. 7

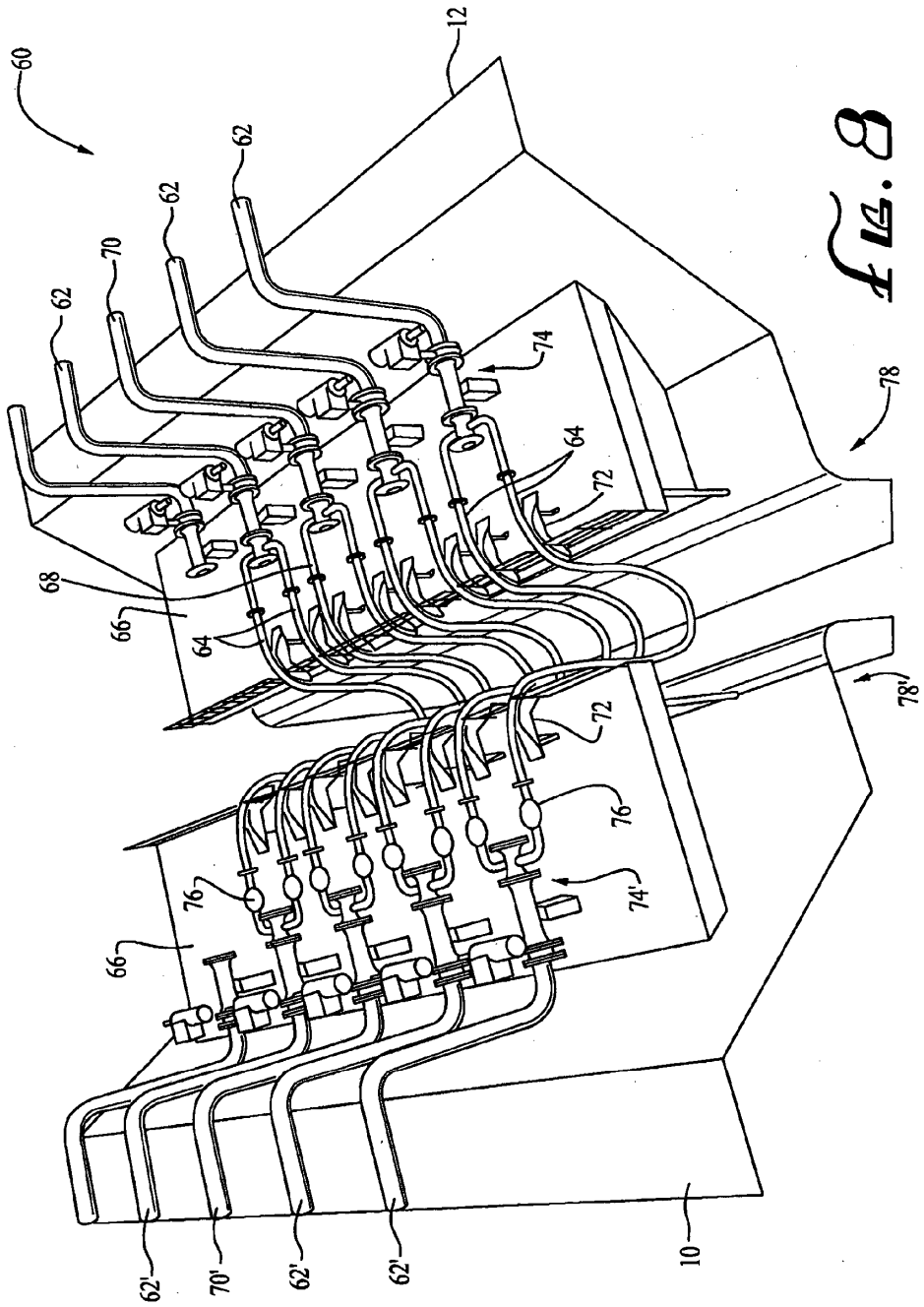

Fig. 8