

## TÍTULO: SISTEMA DE SUSPENSIÓN PARA TUBERÍAS Y MÉTODO PARA EL USO DEL SISTEMA DE SUSPENSIÓN

### CAMPO TÉCNICO

La presente invención se refiere a un sistema de suspensión para suspender un tubo de transferencia desde una estructura o embarcación flotante. La invención también se refiere al método de introducción del tubo de transferencia utilizando el sistema de suspensión.

### ANTECEDENTES

El gas natural se utiliza para reducir las emisiones a nivel local en comparación con otros combustibles de hidrocarburos. Existe una creciente demanda de gas en todo el mundo. Además, los patrones comerciales están cambiando con la aparición de nuevos campos de producción, así como el acceso a nuevos mercados, como por ejemplo en Europa.

Todas estas demandas globales requieren un transporte y transferencia eficientes del gas natural en forma de gas natural licuado (GNL).

La carga y descarga de GNL en la actualidad se realiza a través de embarcaderos, muelles u otras infraestructuras fijas, lo que requiere grandes inversiones en infraestructura y largos plazos de entrega para realizar nuevas terminales de GNL.

Un objetivo de la presente invención es proporcionar un sistema de suspensión mejorado. El sistema de suspensión mejorado es un facilitador para los sistemas de transferencia flotantes o sumergidos y, por lo tanto, reduce el coste de inversión.

La presente invención es adecuada para GNL, pero también se puede utilizar para una variedad de otros fluidos.

## RESUMEN DE LA INVENCION

La presente invención se refiere a un sistema de suspensión para suspender una sección final de un primer extremo de un tubo de transferencia a una estructura o embarcación flotante, estando la sección final del tubo de transferencia provista de una brida de suspensión de tubo, en donde el sistema de suspensión comprende:

- una estructura de balcón de gas configurada para ser fijada a un exterior de un costado de la estructura o embarcación flotante, comprendiendo la estructura de balcón de gas un collar de suspensión configurado para asegurar el tubo de transferencia a la estructura de balcón de gas,

en donde el collar de suspensión comprende:

- al menos dos bridas de collar, definiendo las al menos dos bridas de collar una abertura central del collar de suspensión para pasar a través de la sección final del primer extremo del tubo de transferencia, y en donde al menos una de las bridas de collar está dispuesta de forma móvil en el collar de suspensión,

- un actuador lineal para mover la al menos una brida de collar móvil entre una primera posición y una segunda posición, en donde cuando está en la primera posición, la abertura central es mayor que un área de sección transversal de la brida de suspensión de tubo, y en donde cuando está en la segunda posición, la abertura central es menor que un área de sección transversal de la brida de suspensión de tubo,

- un mecanismo de sujeción configurado para sujetar la brida de suspensión de tubo a las bridas de collar.

En un aspecto, la sección final del primer extremo del tubo de transferencia comprende un acoplamiento para conectar a un extremo de una manguera provista en la estructura o embarcación flotante.

En un aspecto, el collar de suspensión comprende además un mecanismo de bloqueo para bloquear las bridas de collar en la segunda posición.

En un aspecto, el actuador lineal es uno del grupo que consiste en: un actuador hidráulico, un actuador neumático y un actuador eléctrico.

En un aspecto, la estructura de balcón de gas comprende un sistema de cabrestante para introducir y/o liberar el tubo de transferencia a través de la abertura central.

En un aspecto, las bridas de collar están dispuestas con una inclinación hacia el costado en relación con un plano horizontal de la estructura o embarcación flotante, estando la inclinación adaptada a un perfil de catenaria del tubo de transferencia.

En un aspecto, las bridas de collar están provistas de agarres de tubo adaptados a la circunferencia de la terminación del extremo del tubo de transferencia para agarrar alrededor del tubo de transferencia cuando las bridas de collar están en la segunda posición y para soportar cargas transversales o de flexión del tubo de transferencia.

En un aspecto, el collar de suspensión comprende dos o cuatro bridas de collar móviles.

La presente invención se refiere además a un método para introducir un primer extremo de un tubo de transferencia utilizando el sistema de suspensión anterior, que comprende:

- tener las bridas de collar en la primera posición,

- sujetar un cable de cabrestante del sistema de cabrestante a la sección final del tubo de transferencia,
- izar la sección final a través de la abertura del collar de suspensión hasta que la brida de suspensión de tubo esté por encima de las bridas de collar,
- cuando la brida de suspensión está por encima de las bridas de collar, mover las bridas de collar a la segunda posición utilizando el actuador lineal y mantener la segunda posición, luego
- aflojar el cable del cabrestante para bajar el tubo de transferencia hasta que la brida de suspensión de tubo alcance las bridas de collar, luego
- sujetar la brida de suspensión de tubo a las bridas de collar utilizando el mecanismo de sujeción.

En un aspecto, el método comprende además bloquear las bridas de collar en la segunda posición utilizando el mecanismo de bloqueo anterior y liberar el actuador lineal.

El dispositivo de suspensión anterior permite la conexión de una terminación de tubo flexible a un costado del barco cerca del colector de la sección media de una embarcación de una manera segura y eficiente. Una ventaja sobre la técnica anterior es que se puede instalar en muchos tipos diferentes de embarcaciones con un impacto mínimo en la estructura del casco. Además, el dispositivo de suspensión permite la introducción, la fijación y la liberación de una terminación de tubo flexible de una manera segura, rápida y rentable, con un impacto mínimo en la estructura existente del barco.

## BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

La Fig. 1 ilustra esquemáticamente la disposición del sistema de suspensión en el costado de un barco.

La Fig. 2 ilustra una vista lateral de un balcón de gas y una operación de tracción con cable.

La Fig. 3 ilustra una vista en perspectiva de un bastidor de suspensión.

La Fig. 4 ilustra una vista en perspectiva de un collar de suspensión montado dentro del balcón de gas.

La Fig. 5 muestra una vista en planta esquemática de un collar de suspensión en la primera y segunda posición.

La Fig. 6 muestra una vista en planta esquemática de un collar de suspensión, antes (a) y después (b) de bloquear una brida de suspensión de tubo con un mecanismo de sujeción.

La Fig. 7 muestra una vista en planta esquemática de un collar de suspensión con mecanismo de bloqueo instalado.

La Fig. 8 muestra una sección transversal esquemática de un collar de suspensión con agarres de tubo que sujetan la sección final del tubo de transferencia.

## DESCRIPCIÓN DETALLADA

### El sistema de suspensión

Se describe un sistema de transferencia para aplicaciones de gas a alta presión y GNL para despliegue semipermanente, como en aplicaciones de unidad flotante de almacenamiento y regasificación (*FSRU, por sus siglas en inglés*) o unidad flotante de almacenamiento (*FSU, por sus siglas en inglés*).

El sistema consta de un carrete de manguera flexible que puede desenrollar la manguera hasta una FSU ubicada a menos de 200 m del carrete. La estructura en el lado de la FSU tiene balcones de gas extraíbles que se encuentran en el exterior del costado del barco de la FSU e incluye equipo para introducir y liberar el cabezal de la manguera flexible.

La estructura se divide en tres componentes principales:

- 1) Cimentación del barco
- 2) Bastidor de suspensión

### 3) Estructura del balcón de gas

La cimentación del barco está integrada en el barco y soldada en su lugar.

El bastidor de suspensión es una estructura suelta que se soldará a la cimentación del barco después de la alineación final de las posiciones finales de los balcones de gas en la dirección longitudinal del barco. La función de estos es proporcionar al balcón de gas algunos buenos puntos de interfaz que no sobresalgan del costado del barco de manera significativa.

Luego, la estructura del balcón de gas se puede levantar en su lugar utilizando una grúa separada de muelle o barco de suministro, o utilizando la grúa del colector para levantar la estructura del balcón de gas en el bastidor de suspensión. Esto se puede hacer en tierra o en alta mar en buenas condiciones climáticas.

La disposición tiene dos plataformas, una inferior y otra superior con acceso a las operaciones del cabrestante. Además, hay una plataforma plegable para usar después de que la terminación del tubo flexible esté asegurada para realizar la operación de conexión entre las piezas del carrete y la terminación del tubo flexible.

La estructura del collar de suspensión consta de dos bridas longitudinales que se deslizan mediante el uso de cilindros hidráulicos. En la parte superior de estas placas de collar hay herramientas de sujeción fijas (por ejemplo, levas) para garantizar que la terminación del tubo flexible esté fijada a la estructura para el momento de flexión.

La terminación se puede introducir mediante el cabrestante a través del collar de suspensión abierto. Una vez que la brida de carga de la terminación del tubo flexible se tira hacia arriba por encima de las placas del collar de suspensión, el collar de suspensión se cierra para asegurar la terminación en su posición. Luego, es seguro para el operador acercarse y bloquear los pernos de la leva, que fijarán la terminación al collar de suspensión. Luego se puede liberar la presión aplicada por los cilindros hidráulicos. Cuando la terminación del tubo

flexible descansa de forma segura sobre la placa del collar, los pernos de bloqueo de la leva deben asegurarse de manera que la terminación del tubo flexible resista los momentos de flexión del tubo flexible.

También hay 4 placas de seguridad para asegurar las dos placas de collar en su lugar después de que se completa la introducción.

Las placas de collar tienen placas de teflón de baja fricción montadas debajo para reducir la fricción entre la brida y la placa de collar durante la operación de deslizamiento.

Esta disposición de collar de suspensión accionada y operada de forma remota permite al operador llevar la terminación del tubo flexible a casa, bloquearla en su lugar y asegurarla, sin riesgo para la salud y la seguridad debido a las piezas móviles.

Durante la introducción, la terminación del tubo flexible será guiada por placas guía. Estas se fijarán debajo de la base de la placa de deslizamiento del collar y también tendrán alguna guía hacia arriba dentro de la base para garantizar una buena alineación de la terminación del tubo flexible cuando se tira.

### Un tubo de transferencia

El tubo de transferencia 10 puede denominarse manguera, tubo flexible, tubo metálico, tubo compuesto o tubo compuesto termoplástico (*TCP, por sus siglas en inglés*), etc. El tubo de transferencia en sí se considera conocido en la técnica y, por lo tanto, no se describirá con más detalle aquí.

Como se muestra en la figura 2, el tubo de transferencia tiene una sección final 11 de un primer extremo del tubo de transferencia 10. La sección final 11 a veces se denomina terminación. La sección final 11 del tubo de transferencia 10 también está equipada con una brida de suspensión de tubo 12. El propósito de esta brida de suspensión de tubo 12 es

proporcionar un medio mecánico para suspender el tubo de transferencia 10 desde un costado del barco 3.

Además, la sección final 11 del primer extremo del tubo de transferencia 10 podría comprender un acoplamiento de ruptura en seco (no mostrado) para conectar el tubo de transferencia 10 a una manguera provista en la estructura o embarcación flotante 2 para proporcionar comunicación de fluido desde el tubo de transferencia 10 a la estructura o embarcación flotante 2.

#### Una estructura de balcón de gas y un bastidor de suspensión

El sistema de suspensión 1 comprende también una estructura de soporte del sistema de suspensión con una parte exterior y una parte interior. La parte exterior de la estructura de soporte de suspensión se denomina aquí estructura de balcón de gas 4, mientras que la parte interior de la estructura de soporte del sistema de suspensión se denomina bastidor de suspensión 30. Como se muestra en la figura 2, el balcón de gas 4 está típicamente unido al bastidor de suspensión 30 mediante un conector superior 31 y un conector inferior 32. Los conectores superior e inferior 31, 32 aseguran que la estructura del balcón de gas 4 esté alineada y fijada al exterior del costado del barco 3. El miembro inferior 33 del bastidor de suspensión 30 está integrado en la estructura de la estructura o embarcación flotante 2 y típicamente se fija a una plataforma mediante soldadura, pero también se puede atornillar a una cimentación en la estructura o embarcación flotante 2. La estructura de la estructura del balcón de gas 4 es una estructura de celosía de acero soldada.

Como se muestra en la figura 2, la estructura del balcón de gas 4 contiene un collar de suspensión 20 para asegurar el tubo de transferencia 10 a la estructura del balcón de gas 4. Alrededor del collar de suspensión 20, se proporciona una plataforma inferior. Además, la estructura del balcón de gas 4 también contiene un sistema de cabrestante 40 en una plataforma sobre el collar de suspensión 20 y la plataforma inferior. Como se indica en la figura 2, el personal puede caminar sobre la plataforma inferior y sobre la plataforma superior.

El sistema de cabrestante 40 y su cable de cabrestante 41 se utilizan para introducir o liberar el tubo de transferencia 10 en relación con el balcón durante la operación de conectar el tubo de transferencia 10 o liberar el tubo de transferencia 10 del collar de suspensión 20. El tubo de transferencia 10 entra o sale del collar de suspensión 20 dentro de la estructura del balcón de gas 4, a través de la abertura central 24 del collar de suspensión 20 como se muestra en la figura 4.

#### El collar de suspensión

El collar de suspensión 20 anterior instalado dentro de la estructura del balcón de gas 4 como se muestra en la figura 4 ahora se describirá en detalle. El collar de suspensión 20 comprende dos bridas de collar 21a, 21b. Las al menos dos bridas de collar 21a, 21b definen una abertura central 24 del collar de suspensión 20 para pasar a través de la sección final 11 del primer extremo del tubo de transferencia 10.

Las bridas de collar 21a, 21b del collar de suspensión 20 del sistema de suspensión 1 están dispuestas con una inclinación hacia un costado 3 de la estructura o embarcación flotante 2 en relación con un plano horizontal. El collar de suspensión 20 está inclinado en un ángulo  $\alpha$  hacia el costado 3 cuando se ve desde el balcón, como se ilustra en la figura 2. La inclinación se elige para promover una configuración de catenaria del tubo de transferencia 10.

Las dos bridas de collar 21a, 21b que se muestran en la figura 4 se pueden mover mediante uno o más actuadores lineales 26 en un plano que es perpendicular a la línea central del tubo de transferencia 10. El actuador 26 es un actuador hidráulico, neumático o eléctrico, o engranajes o cable/cabrestante.

Las bridas de collar móviles 21a, 21b tienen dos posiciones finales que definen una primera posición P1 y una segunda posición P2, como se muestra en la figura 5. La primera posición P1, que se muestra en la figura 4 y la figura 5, es una posición abierta, donde la abertura central 24 es mayor que un área de sección transversal de la brida de suspensión de tubo

12, lo que permite el paso del tubo de transferencia 10 a través de la abertura central 24. La segunda posición P2 es una posición de bloqueo, donde la abertura central 24 es menor que el área de sección transversal de la brida de suspensión de tubo 12, soportando así verticalmente el tubo de transferencia 10 y evitando el paso del tubo de transferencia 10 a través de la abertura central 24.

Cuando las bridas de collar 21a, 21b están en la segunda posición P2, el mecanismo de sujeción 27 que se muestra en la figura 4 y 6a se aprieta para sujetar la brida de suspensión de tubo 12 a la superficie de las bridas de collar 21a, 21b, véase también la figura 6b. Esto asegura que el tubo de transferencia 10 esté asegurado contra la flexión, debido, por ejemplo, al movimiento de las olas o las corrientes marinas. El mecanismo de sujeción 27 es típicamente un perno de leva. Estos pueden ser pernos a través de orificios alineados en el collar de suspensión 20 y la estructura del balcón de gas 4 o placas o pasadores de bloqueo o pasadores de bloqueo en los actuadores lineales 26.

Una vez que el tubo de transferencia 10 está suspendido de la estructura o embarcación flotante 2, se instala un mecanismo de bloqueo 28, como el que se muestra en la figura 7, en las bridas de collar 21a, 21b para fijar las bridas de collar 21a, 21b en la segunda posición P2. Al mismo tiempo, el actuador 26 se puede liberar de modo que el actuador 26 no ejerza ninguna fuerza sobre las bridas de collar 21a, 21b.

En otra realización, el collar de suspensión 20 comprende una o más, como por ejemplo cuatro bridas de collar.

En una realización adicional, que se muestra en la figura 8, las bridas de collar 21a, 21b están provistas de agarres de tubo 22 adaptados a la circunferencia de la terminación del extremo del tubo de transferencia 11 para agarrar alrededor del tubo de transferencia 10 cuando las bridas de collar 21a, 21b están en la segunda posición P2 y para soportar cargas transversales o de flexión del tubo de transferencia 10.

### Funcionamiento del sistema de suspensión

Con referencia a las figuras 2 y 4-7, el método para introducir un tubo de transferencia 10 en el costado de un barco 3 se describirá en detalle. Inicialmente, las bridas de collar 21a, 21b se mueven a la primera posición P1. El cable del cabrestante 41 del sistema de cabrestante 40 se baja a través de la abertura 24 y más abajo hasta una posición debajo de la estructura del balcón de gas 4, donde el cable del cabrestante 41 está conectado a la sección final 11 del primer extremo del tubo de transferencia 10. La sección final 11 se iza a través de la abertura 24 del collar de suspensión 20 mediante el sistema de cabrestante 40 hasta que la brida de suspensión de tubo 12 esté por encima de las bridas de collar 21a, 21b.

A continuación, las bridas de collar 21a, 21b se mueven a la segunda posición P2 utilizando el (los) actuador(es) lineal(es) 26. A esto le sigue bajar el tubo de transferencia 10 aflojando el cable del cabrestante 41 hasta que la brida de suspensión de tubo 12 toque la superficie de las bridas de collar 21a, 21b. El tubo de transferencia 10 se bloquea en su lugar mediante el mecanismo de sujeción 27 que actúa sobre la brida de suspensión de tubo 12.

Posteriormente, se instala el mecanismo de bloqueo adicional 28 y se libera la fuerza en el (los) actuador(es) 26. Por lo tanto, las abrazaderas de collar 21a, 21b se mantienen en su lugar solo mediante el (los) mecanismo(s) de bloqueo 28.

Después de eso, se puede establecer la comunicación de fluidos entre el tubo de transferencia 10 y la estructura flotante de la embarcación 2, conectando un segmento de tubo flexible o rígido entre la parte superior de la sección final del tubo de transferencia 10 y el colector de la embarcación, por ejemplo, mediante una combinación de carretes de tubo rígidos, una manguera y un acoplamiento de ruptura en seco.

## LISTA DE NÚMEROS DE REFERENCIA

- 1 - sistema de suspensión
- 2 - estructura o embarcación flotante
- 3 - costado del barco
- 4 - estructura del balcón de gas
  
- 10 - tubo de transferencia
- 11 - sección final del primer extremo del tubo de transferencia 10
- 12 - brida de suspensión de tubo
  
- 20 - collar de suspensión
- 21a, 21b - brida de collar
- 22 - agarres de tubo de las bridas de collar (21a, 21b)
- 24 - abertura central
- 26 - actuador lineal
- 27 - mecanismo de sujeción
- 28 - mecanismo de bloqueo
  
- 30 - bastidor de suspensión
- 31 - conector superior
- 32 - conector inferior
- 33 - miembro inferior del bastidor de suspensión
  
- 40 - sistema de cabrestante
- 41 - cable de cabrestante
  
- P1 - primera posición de la brida de collar móvil
- P2 - segunda posición de la brida de collar móvil