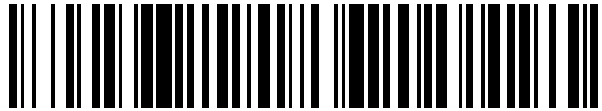


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 728 722**

51 Int. Cl.:

F17D 5/00 (2006.01)

G05D 1/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **02.03.2016 PCT/US2016/020336**

87 Fecha y número de publicación internacional: **15.09.2016 WO16144627**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **02.03.2016 E 16714609 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.05.2019 EP 3268828**

54 Título: **Estación de acoplamiento posicionable en campo para robots móviles**

30 Prioridad:

09.03.2015 US 201562130347 P

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

28.10.2019

73 Titular/es:

**SAUDI ARABIAN OIL COMPANY (100.0%)
1 Eastern Avenue
31311 Dhahran, SA**

72 Inventor/es:

**CARRASCO ZANINI, PABLO;
OUTA, ALI, HUSSEIN;
ABDELLATIF, FADL;
PARROTT, BRIAN;
PATEL, SAHEJAD;
TRIGUI, HASSANE;
AMER, AYMAN y
SHEHRI, ALI**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 728 722 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

Estación de acoplamiento posicionable en campo para robots móviles

Campo de la invención

5 La presente invención se refiere a robots móviles, en particular a proporcionar servicios de apoyo, utilidades y/o recursos consumibles a tales robots.

Antecedentes de la invención

10 Los robots móviles pueden desempeñar un papel integral en la inspección de complejos industriales. Convencionalmente, para inspeccionar las numerosas vigas elevadas, tuberías y otras superficies difíciles de alcanzar de un complejo industrial, se deben construir andamios. Sin embargo, la construcción de este tipo de andamiaje puede ser peligrosa, requerir mucho tiempo, mucho trabajo y ser costosa. Además, la inspección de áreas de difícil acceso del complejo industrial por parte de trabajadores que utilicen estos andamios puede ser igualmente peligrosa y requerir mucho tiempo. Como tal, el uso de robots móviles puede permitir una inspección más eficiente de áreas particulares de un complejo industrial.

15 Actualmente, los robots móviles mitigan muchas de las preocupaciones de seguridad y mano de obra de los protocolos de inspección anteriores; Sin embargo, no están exentos de inconvenientes. Por ejemplo, los robots móviles convencionales están diseñados para funcionar ya sea usando sus propias fuentes de energía (por ejemplo, baterías) o usando una fuente de energía externa (por ejemplo, conectados a una fuente de energía externa a través de un cable de alimentación o conexión). Los robots móviles que funcionan con su propia energía tienden a tener mayor movilidad en lugares de difícil acceso (por ejemplo, tuberías); sin embargo, solo pueden funcionar durante un período de tiempo limitado antes de que la batería se agote. A la inversa, los robots móviles conectados a una fuente de alimentación externa tienen un período de funcionamiento prolongado, pero pueden ser menos móviles debido a restricciones físicas, como la longitud del cable de alimentación y la susceptibilidad de que el cable de alimentación se enrede.

20 En los casos en que los robots móviles funcionan con su propia energía, se han desarrollado estaciones de acoplamiento fijas de tal manera que los robots móviles pueden regresar a una estación de acoplamiento fija para recargar su batería o realizar otras tareas. Sin embargo, debido a que estas estaciones de acoplamiento deben permanecer en una ubicación fija, están limitados a áreas particulares donde una estación de acoplamiento fija pueda estar conectada permanentemente. Además, debido a las restricciones en la ubicación de las estaciones de acoplamiento fijas, los robots móviles también están limitados a inspeccionar áreas cercanas a una estación de acoplamiento de tal manera que puedan regresar a la estación de acoplamiento antes de que se agote la energía de la batería.

25 La presente invención aborda estas y otras limitaciones asociadas con la eficiencia de los robots móviles convencionales y los protocolos de inspección.

30 El documento Y. N. Duan et al., Advanced Materials Research, Vols. 591-593, pp. 1221-1224 (2012) se refiere a un robot de inspección de tuberías inalámbrico, que comprende comunicación inalámbrica bidireccional con un equipo de monitorización de ordenador host, tren de rodaje móvil y un módulo de detección de defectos, y una estación de carga para recargar el robot de inspección.

35 El documento US 2005/279270 A1 describe una estación de acoplamiento para un vehículo submarino no tripulado (UUV, por sus siglas en inglés) que incluye un sistema de control de conexión para minimizar el movimiento de la estación de acoplamiento cuando el UUV se está acoplando en la misma. La estación de acoplamiento es una estación sumergida y conectada a una estructura flotante a través de una línea de conexión. El sistema de control de conexión afloja y ajusta selectivamente la línea de conexión durante el acoplamiento del UUV para minimizar el movimiento de la estación de acoplamiento durante las operaciones de acoplamiento del UUV.

40 El documento US 2010/324736 A1 describe un sistema de robot de limpieza que incluye una estación de acoplamiento para formar un área de acoplamiento dentro de un intervalo angular predeterminado de un lado frontal de la misma para formar áreas de guía de acoplamiento que no se superpongan entre sí en los lados izquierdo y derecho del área de acoplamiento, y para transmitir una señal de guía de acoplamiento de tal manera que las áreas de guía de acoplamiento se distingan como una primera área de guía de acoplamiento y una segunda área de guía de acoplamiento según una distancia de llegada de la señal de guía de acoplamiento. El sistema de robot de limpieza también incluye un robot de limpieza para que se mueva al área de acoplamiento a lo largo de un límite entre la primera área de guía de acoplamiento y la segunda área de guía de acoplamiento cuando se detecte la señal de guía de acoplamiento y para que se mueva a lo largo del área de acoplamiento para llevar a cabo el acoplamiento cuando alcance el área de acoplamiento.

Compendio de la invención

55 Según un aspecto de la presente invención, se proporciona una estación de acoplamiento posicionable para

proporcionar servicios de apoyo a al menos un robot móvil que es capaz de recorrer una superficie. La estación de acoplamiento posicionable incluye una carcasa, que proporciona el armazón mecánico para la estación de acoplamiento posicionable y sus componentes. La estación de acoplamiento posicionable es capaz de suministrar uno o más recursos, incluidos recursos consumibles, servicios de apoyo y/o utilidades a al menos el robot móvil. De acuerdo con un aspecto de la invención, los recursos se pueden proporcionar a través de una conexión conectada a la carcasa. Según un aspecto adicional, los recursos se pueden proporcionar a través de una fuente de suministro a bordo.

La estación de acoplamiento posicionable incluye además un anclaje conectado a la carcasa capaz de acoplarse con la superficie. La estación de acoplamiento posicionable también está configurada para acoplarse y desacoplarse con al menos un robot móvil. La estación de acoplamiento posicionable también puede estar configurada para recibir y transmitir datos desde el robot móvil, y configurada para alternar selectivamente la estación de acoplamiento posicionable entre una primera condición y una segunda condición. Como se describe en la presente memoria, una condición puede entenderse como un estado mecánico. En la primera condición, el par desmontable está acoplado con el robot móvil, el anclaje está desacoplado de la superficie y el robot móvil es capaz de transportar la estación de acoplamiento posicionable a una ubicación deseada a lo largo de la superficie. En una segunda condición, el par desmontable está desacoplado del robot móvil y el anclaje está acoplado con la superficie. De acuerdo con un aspecto adicional, para pasar de la primera condición a la segunda condición, el anclaje primero debe acoplarse con la superficie antes de que el par desmontable se desacople del robot móvil. De acuerdo con otro aspecto, para pasar de la segunda condición a la primera condición, el par desmontable debe acoplarse primero con el robot móvil antes del desacoplamiento del anclaje de la superficie. De manera más general, la transición del acoplamiento entre las condiciones acoplada y desacoplada se lleva a cabo de acuerdo con una secuencia prescrita, para garantizar la seguridad de la estación de acoplamiento posicionable.

De acuerdo con un aspecto adicional, la estación de acoplamiento posicionable también puede incluir un módulo de control conectado a la carcasa, en donde el módulo de control está configurado para recibir y transmitir datos desde el robot móvil, así como alternar selectivamente la estación de acoplamiento posicionable entre la primera condición y la segunda condición.

De acuerdo con un aspecto adicional, el recurso consumible suministrado a la estación de acoplamiento posicionable a través de la conexión es energía de tal manera que el robot móvil puede recargar su batería o usar la energía directamente para alimentar los sistemas del robot cuando está acoplado con el par desmontable de la estación de acoplamiento posicionable.

De acuerdo con otro aspecto adicional más, el acoplamiento entre el anclaje y la superficie es magnético. De acuerdo con un aspecto opcional adicional, el anclaje comprende uno o más imanes permanentes.

De acuerdo con otro aspecto adicional más, la estación de acoplamiento posicionable puede incluir un soporte conectado a la carcasa, de modo que el soporte sea capaz de acoplarse a la superficie para ayudar a la estación de acoplamiento posicionable a mantener su posición en la superficie. De acuerdo con un aspecto adicional, el soporte puede comprender elementos que incluyan ruedas de tal modo que las ruedas estén en contacto con la superficie. En un aspecto adicional, las ruedas pueden estar posicionadas de tal manera que el par desmontable 140 no se mueva entre la primera condición y la segunda condición, permitiendo así una conexión más fácil con el robot móvil.

De acuerdo con un aspecto adicional, la estación de acoplamiento posicionable es capaz de emitir una señal que puede ser recibida por el robot móvil para ayudar al robot móvil a ubicar la estación de acoplamiento posicionable. Este aspecto puede ser útil para mantener un punto de referencia absoluto para el robot móvil durante su funcionamiento desde el punto de posicionamiento.

Estos y otros aspectos, características y ventajas pueden apreciarse a partir de la descripción adjunta de ciertas realizaciones de la invención y las figuras y reivindicaciones adjuntas.

Breve descripción de los dibujos

La Figura 1 es una vista lateral de un sistema de robot móvil, que incluye una estación de acoplamiento posicionable en una primera condición de acuerdo con al menos una realización de la presente solicitud;

La Figura 2 es una vista lateral de un sistema de robot móvil, que incluye una estación de acoplamiento posicionable en una segunda condición de acuerdo con al menos una realización de la presente solicitud;

La Figura 3 es una vista en perspectiva de un sistema de robot móvil, que incluye una estación de acoplamiento posicionable en una primera condición de acuerdo con al menos una realización de la presente solicitud;

La Figura 4 es una vista en perspectiva de un sistema de robot móvil, que incluye una estación de acoplamiento posicionable en una segunda condición de acuerdo con al menos una realización de la presente solicitud; y

La Figura 5 es un diagrama de alto nivel que ilustra un módulo de control ejemplar de la estación de acoplamiento posicionable de acuerdo con al menos una realización de la presente solicitud.

Descripción detallada de ciertas realizaciones de la invención

Según una o más realizaciones, se proporciona una estación de acoplamiento posicionable para apoyar a robots móviles. La estación de acoplamiento posicionable se puede utilizar para ayudar a uno o más robots móviles en la inspección de ciertas áreas de un complejo industrial.

- 5 La estación de acoplamiento posicionable puede proporcionar recursos consumibles y/o no consumibles a al menos un robot móvil. La estación de acoplamiento posicionable puede incluir además un anclaje que pueda acoplarse a una superficie cuando la estación de acoplamiento posicionable se posicione en una ubicación a lo largo de la superficie. La estación de acoplamiento posicionable también puede incluir un mecanismo de acoplamiento, tal como un par desmontable que puede acoplarse con un robot móvil.
- 10 En al menos una realización, la estación de acoplamiento posicionable está diseñada para apoyar a robots móviles en una inspección de tal manera que el robot móvil, cuando está acoplado a la estación de acoplamiento posicionable, puede transportar la estación de acoplamiento a una o más ubicaciones deseadas a lo largo de una superficie. En una ubicación deseada, la estación de acoplamiento posicionable puede habilitar su anclaje de tal manera que el anclaje se acople a la superficie, permitiendo así que la estación de acoplamiento posicionable permanezca fija en esa ubicación. En la ubicación deseada, la estación de acoplamiento posicionable y el robot móvil pueden desacoplarse entre sí, lo que permite al robot móvil realizar funciones lejos de la estación de acoplamiento. Después de realizar sus funciones, el robot móvil puede regresar opcionalmente a la estación de acoplamiento para el reacoplamiento y varias funciones de apoyo, tales como recarga de su batería, transferencia de datos a alta velocidad, repetición de la señal Wi-Fi, calibración de sensores de inspección, corrección de la desviación en los datos de localización, protección de condiciones ambientales (por ejemplo, lluvia, viento, luz solar)
- 15 20 transportando la estación de acoplamiento a una ubicación diferente.
- En las Figuras 1-4 se muestra una realización ejemplar del robot móvil y el sistema 100 de estación de acoplamiento posicionable. El sistema 100 incluye al menos una estación 110 de acoplamiento posicionable y al menos un robot móvil 115. La estación 110 de acoplamiento posicionable comprende una carcasa 120, que proporciona el armazón mecánico para la estación 110 de acoplamiento posicionable y los componentes soportados por la misma. Los componentes de la estación 110 de acoplamiento posicionable pueden estar montados sobre o dentro de la carcasa 120, o una combinación de ambos. En una o más realizaciones, la carcasa 120 puede ser un bastidor de chasis en el que se montan varios componentes de la estación 110 de acoplamiento posicionable. En al menos una realización, la carcasa 120 puede ser una estructura de armazón abierto.
- 25 30 La estación 110 de acoplamiento posicionable puede proporcionar uno o más recursos a uno o más robots móviles. Los recursos pueden ser recursos consumibles y/o recursos no consumibles. En al menos una realización, los recursos pueden ser proporcionados por la estación 110 de acoplamiento posicionable a través de una fuente de suministro a bordo.
- En al menos una realización, el recurso o los recursos pueden ser proporcionados por la estación de acoplamiento posicionable a través de una conexión 125 que está conectada a la carcasa 120, como se muestra en las Figuras 1-4. La conexión 125 puede suministrar uno o más recursos a la estación 110 de acoplamiento posicionable desde una fuente remota. Además, en al menos una variación, la conexión 125 puede comprender un tubo transportador accionado neumáticamente que incluya un lumen de transporte tal que las muestras recolectadas por el robot móvil 115 y/o la estación 110 de acoplamiento posicionable puedan transportarse desde la estación 110 de acoplamiento posicionable a una ubicación remota (por ejemplo, un centro de control) a través de la conexión 125. En una o más realizaciones, la conexión 125 proporciona energía a la estación 110 de acoplamiento posicionable al estar conectada a una fuente de energía remota (no mostrada). En al menos una variación, la estación 110 de acoplamiento posicionable también puede comprender uno o más paneles solares unidos a la carcasa 120, que sean capaces de aprovechar la energía solar para su uso como fuente de energía secundaria por la estación 110 de acoplamiento posicionable. En ciertas realizaciones, la estación 110 de acoplamiento posicionable también puede incluir un conjunto de baterías recargables para alimentar la estación 110 de acoplamiento posicionable independientemente de una fuente de alimentación remota. El conjunto de baterías recargables puede estar situado dentro de la carcasa 120 o puede estar conectado a la carcasa 120.
- 35 40 45 El recurso o recursos consumibles pueden incluir, pero no están limitados a, energía, aire, aire presurizado, pintura, gas, aceite, combustible, agua y/u otros recursos líquidos. El recurso o recursos no consumibles pueden incluir, pero no están limitados a, comunicación de alta velocidad y una cubierta que dé sombra para proteger al robot móvil 115 de los peligros ambientales. En al menos una realización, el recurso o recursos consumibles también pueden suministrarse al robot móvil 115 cuando el robot móvil 115 está acoplado con la estación 110 de acoplamiento posicionable.
- 50 55 Con referencia de nuevo a las Figuras 1-4, la estación 110 de acoplamiento posicionable también comprende un anclaje 130 conectado a la carcasa 120 que es capaz de acoplarse a una superficie 135 (sobre la cual se transporta la estación 110 de acoplamiento posicionable) para posicionar la estación. El anclaje 130 puede acoplarse a la superficie 135 utilizando numerosas técnicas que incluyen, pero no se limitan a, imanes, electroimanes, presión de aire negativa (p. ej., vacío), succión, adherencia en seco (p. ej., material adhesivo nano texturizado), adherencia

basada en fricción, adherencia electrostática, o cualquier combinación de los mismos.

En al menos una realización, el anclaje 130 puede estar configurado para actuar como seguro a prueba de fallos de tal manera que la estación 110 de acoplamiento posicionable permanezca unida a la superficie en caso de un corte de corriente inesperado. Por ejemplo, en al menos una realización (p. ej., cuando la superficie 135 es magnética/ferromagnética), el anclaje 130 se acopla a la superficie 135 a través de uno o más imanes permanentes dentro del anclaje 130, lo que puede permitir una fuerza de atracción segura hacia la superficie 135 incluso en el caso de un corte de corriente a la estación 110 de acoplamiento posicionable. Los imanes permanentes del anclaje 130 pueden ser ajustables de forma robótica para acoplar o desacoplar el anclaje 130 de la superficie 135. La posición del imán o imanes permanente/s en el anclaje 130 puede ser ajustable. Por ejemplo, puede haber una base ajustable en el anclaje de tal manera que la posición del imán o los imanes permanente/s sea ajustable. Además, en al menos una implementación, el circuito de flujo magnético creado por el/los imán/es permanente/s puede ser interrumpido cuando se ordene a través de una señal de la estación 110 de acoplamiento posicionable, causando de este modo que el anclaje 130 se desacople de la superficie 135. Más específicamente, en ciertas secciones del/de los imán/es permanente/s pueden estar incorporadas piezas acopladas mecánicamente de material ferromagnético, tal como acero al carbono, de tal manera que proporcionen un camino alternativo para el flujo magnético, reduciendo así significativamente la fuerza de atracción del imán sobre la superficie (en algunos casos, reduciendo la fuerza de atracción casi a cero). En otra implementación, la estación 110 de acoplamiento posicionable puede tener un electroimán para contrarrestar el/los imán/es permanente/s a través de una señal procedente de la estación 110 de acoplamiento posicionable y, por lo tanto, hacer que el anclaje 130 se desacople de la superficie 135. Por ejemplo, el/los imán/es permanente/s puede/n presentarse en una orientación norte-sur, y un electroimán puede tener un campo magnético que contrarreste los imanes permanentes.

En una o más realizaciones, el mecanismo por el cual el anclaje 130 se acopla (y se desacopla) de la superficie 135 es accionado, por ejemplo, a través de una señal procedente de la estación 110 de acoplamiento posicionable. Por ejemplo, una señal de la estación 110 de acoplamiento posicionable puede hacer que el anclaje 130 se mueva verticalmente desde su posición por encima de la superficie 135 (como se muestra en la Figura 1) a una posición unida a la superficie 135 (como se muestra en la Figura 2). En al menos una realización, el medio para generar fuerza de adherencia es pasivo, el cual puede incluir, por ejemplo, imanes permanentes y adherencia en seco.

En una o más variaciones, la estación 110 de acoplamiento posicionable puede tener un mecanismo para fijar la posición de la estación con respecto a la superficie 135 cuando se ordene. Por ejemplo, un imán permanente puede estar conectado a través de uno o más resortes a la carcasa 120 de la estación 110 de acoplamiento posicionable y diseñado para permanecer unido a la superficie 135 por defecto (dejando el resorte en una configuración extendida). El imán permanente se selecciona de tal manera que produzca suficiente atracción, y por lo tanto fricción, entre la estación 110 de acoplamiento posicionable y la superficie 135 para permitir que la estación 110 de acoplamiento posicionable permanezca fija en esa ubicación. En al menos una realización, podría entonces utilizarse un electroimán conectado a la estación 110 de acoplamiento posicionable para contrarrestar al/a los imán/es permanente/s (a través de una señal procedente de la estación 110 de acoplamiento posicionable) y provocar de este modo que el imán permanente se desacoplara de la superficie 135.

La estación 110 de acoplamiento posicionable puede estar configurada para acoplarse y desacoplarse con el al menos un robot móvil 115. Por ejemplo, la estación 110 de acoplamiento posicionable puede comprender además un par desmontable 140 que está conectado a la carcasa 120. En una realización más, la estación 110 de acoplamiento posicionable y el robot móvil 115 pueden acoplarse entre sí mediante un acoplamiento. El acoplamiento entre la estación 110 de acoplamiento posicionable y el robot móvil 115 (p. ej., el acoplamiento del par desmontable 140 con el robot móvil 115) se puede lograr de varias maneras, que incluyen, pero no se limitan a, acoplamiento magnético, acoplamiento mecánico, acoplamiento eléctrico, acoplamiento electromecánico, o cualquier combinación de los mismos. En una o más realizaciones, el par desmontable 140 es capaz de transferir materiales entre la estación 110 de acoplamiento posicionable y el robot móvil 115 (p. ej., a través de un tubo transportador de accionamiento neumático que puede incluir un lumen de transporte), que incluyen, pero no se limitan a, gas, aceite, combustible, pintura, agua y/u otros recursos líquidos, así como muestras recolectadas por el robot móvil 115. En al menos una realización, el par desmontable 140 puede comprender contactos eléctricos que están dimensionados, conformados y acondicionados de tal manera que sean capaces de transferir energía desde la estación 110 de acoplamiento posicionable al robot móvil 115 durante el acoplamiento. Esta energía se puede utilizar para recargar la batería del robot móvil 115.

En una o más realizaciones, el acoplamiento de la estación 110 de acoplamiento posicionable con el robot móvil 115 (p. ej., el par desmontable 140 con el robot móvil 115) no produce chispas, de tal modo que en circunstancias en las que el sistema 100 esté ubicado en un área donde están presentes vapores inflamables, el proceso de acoplamiento no provoque un incendio. En al menos una realización, la conexión eléctrica de la estación 110 de acoplamiento posicionable con el robot móvil 115 (p. ej., el par desmontable 140 con el robot móvil 115) es a través de un acoplamiento inalámbrico inductivo, tal como la carga inalámbrica Qi, a modo de ejemplo y no limitación. Si bien las realizaciones ejemplares muestran la estación 110 de acoplamiento posicionable comprendiendo el par desmontable 140, debe entenderse que en otras realizaciones la estación 110 de acoplamiento posicionable puede acoplarse y desacoplarse con el/los robot/s móvil/es 115 utilizando mecanismos en los que el par desmontable esté situado en el robot móvil 115. Alternativamente, en realizaciones en las que ni el robot móvil 115 ni la estación 110 de

acoplamiento posicionable tienen un par desmontable, y la estación 110 de acoplamiento posicionable y el robot móvil 115 pueden acoplarse a través de superficies magnéticas de la estación 110 de acoplamiento posicionable y/o el robot móvil 115, por ejemplo.

5 Como se describe con mayor detalle a continuación, el acoplamiento (o desacoplamiento) de la estación 110 de acoplamiento posicionable y el robot móvil 115 se puede activar a través de una señal procedente de la estación 110 de acoplamiento posicionable para hacer que la estación 110 de acoplamiento posicionable se acople o desacople del robot móvil 115. En al menos una variación, una señal que provoca el acoplamiento o desacoplamiento de la estación 110 de acoplamiento posicionable y el robot móvil 115 puede originarse desde el robot móvil 115. En al menos una realización, como se muestra en las Figuras 1-4, el acoplamiento de la estación 110 de acoplamiento posicionable y el robot móvil 115 puede controlarse mediante un módulo 145 de control unido a la carcasa 120, en donde el módulo 145 de control envía una señal para hacer que el robot móvil 115 se separe de la estación 110 de acoplamiento posicionable. En ciertas realizaciones, el módulo 145 de control puede estar ubicado dentro de la carcasa 120, o puede estar montado en el exterior de la carcasa 120.

15 En realizaciones alternativas, el robot móvil 115 o la estación 110 de acoplamiento posicionable pueden llevar un dispositivo conectado a la carcasa 120 para separarse del robot móvil 115. En al menos una realización, el acoplamiento (o desacoplamiento) de la estación 110 de acoplamiento posicionable y el robot móvil 115 se puede activar a través de una señal de un centro de control del operador.

20 En una o más realizaciones, la corrección de cualquier desalineación en el acoplamiento entre la estación 110 de acoplamiento posicionable y el robot móvil 115 se puede lograr moviendo la estación 110 de acoplamiento posicionable verticalmente. Por ejemplo, en realizaciones en las que la estación 110 de acoplamiento posicionable comprende un par desmontable 140, mover la estación 110 de acoplamiento posicionable verticalmente hace que el par desmontable 140 se mueva verticalmente para corregir la desalineación con el robot móvil 115. Alternativamente, el par desmontable 140 se puede mover verticalmente con respecto a la estación 110 para corregir la desalineación. De manera similar, en al menos una realización, la corrección de la desalineación en el acoplamiento se puede lograr moviendo el robot móvil 115 y/o su par verticalmente en lugar de la estación 110 de acoplamiento posicionable. Para mover la estación 110 de acoplamiento posicionable (y/o el par desmontable 140) verticalmente para corregir la desalineación, la estación 110 de acoplamiento posicionable puede tener, por ejemplo, un actuador tal que cuando el actuador se active, la estación 110 de acoplamiento posicionable (y/o el par desmontable 140) pueda desplazarse verticalmente con respecto al robot móvil 115 para corregir cualquier desalineación. En al menos una realización, el robot móvil 115 podría tener un actuador tal que cuando el actuador se activara, el robot móvil 115 (y/o su par) pudiera desplazarse verticalmente con respecto a la estación 110 de acoplamiento posicionable para corregir cualquier desalineación.

30 En al menos una realización, la carcasa 120 de la estación 110 de acoplamiento posicionable puede comprender una parte superior que contenga el par desmontable 140, en donde la parte superior sea capaz de girar en torno a un eje central de la carcasa 120. Al girar la parte superior, la estación 110 de acoplamiento posicionable puede girar la ubicación del par desmontable 140 de tal manera que un robot móvil 115 pueda acoplarse con el par desmontable 140 desde cualquier lado de la estación 110 de acoplamiento posicionable.

35 En al menos una realización, la estación 110 de acoplamiento posicionable es capaz de acoplarse con múltiples robots dentro de un sistema robótico. Más específicamente, la estación 110 de acoplamiento posicionable no está limitada a acoplarse con un robot móvil en particular, sino que puede acoplarse con cualquier robot móvil compatible en el sistema 100.

40 La estación 110 de acoplamiento posicionable puede estar configurada para recibir datos de, y transmitir datos al robot móvil 115 y/o un centro de control del operador a través de protocolos de comunicación inalámbrica (p. ej., Wi-Fi, RF, Zigbee). La estación 110 de acoplamiento posicionable también puede estar configurada para alternar selectivamente entre una primera condición y una segunda condición. Esta alternancia se puede lograr a través de una señal del robot móvil 115 al par desmontable 140. En la primera condición, como se muestra en la Figura 1, el par desmontable 140 está acoplado con el robot móvil 115 y el anclaje está desacoplado de la superficie 135 de tal manera que el robot móvil es capaz de transportar la estación de acoplamiento posicionable a lo largo de la superficie 135. Por ejemplo, en una realización en la que el robot móvil 115 es un robot de inspección para un complejo industrial, el robot móvil 115 puede transportar la estación 110 de acoplamiento posicionable a una ubicación cerca de un aparato o área que el robot planea inspeccionar de tal manera que el robot móvil 115 pueda regresar fácilmente a la estación 110 de acoplamiento posicionable después de la inspección. Además, en al menos una realización, el robot móvil 115 puede ser un robot trepador magnético con ruedas magnéticas que puedan permitirle moverse de forma invertida a lo largo del lado inferior de una tubería horizontal, y la estación 110 de acoplamiento posicionable puede tener un anclaje 130 que comprenda imanes permanentes de tal manera que se pueda posicionar de forma invertida a lo largo del lado inferior de una tubería horizontal.

55 Como entenderán los expertos en robótica, la estación 110 de acoplamiento posicionable puede incluir componentes de hardware funcionales diseñados específicamente para facilitar la realización de tareas operativas, incluyendo tareas con uno o más robots móviles 115. La estación de acoplamiento posicionable también puede incluir circuitos electrónicos dentro de la carcasa 120 que incluyan una memoria y/o un medio de almacenamiento legible por

60

ordenador que estén configurados para almacenar información relacionada con el funcionamiento de la estación de acoplamiento posicionable, tal como ajustes de configuración y uno o más programas de control.

Más específicamente, la estación 110 de acoplamiento posicionable puede comprender un módulo 145 de control, que puede estar unido a la carcasa 120. En la Figura 5 se muestra un módulo 145 de control ejemplar de acuerdo con al menos una realización. Como se muestra en la Figura 5, el módulo 145 de control puede estar organizado con varios componentes de hardware y software que sirven para permitir el funcionamiento del sistema, incluyendo un procesador 210, una memoria 220, un sensor 240, una interfaz 250 de comunicación y un medio 290 de almacenamiento legible por ordenador. El procesador 210 sirve para ejecutar instrucciones de software que pueden estar cargadas en la memoria 220. El procesador 210 pueden ser varios procesadores, un núcleo multiprocesador o algún otro tipo de procesador, dependiendo de la implementación en particular. En una o más realizaciones, el robot o robots móvil/es 115 también puede/n comprender diversos componentes de hardware y software (p. ej., procesador, memoria, interfaz de comunicación).

Preferiblemente, la memoria 220 y/o el almacenamiento 290 son accesibles por el procesador 210, permitiendo de este modo que el procesador 210 reciba y ejecute instrucciones almacenadas en la memoria 220 y/o en el almacenamiento 290. La memoria 220 puede ser, por ejemplo, una memoria de acceso aleatorio (RAM) o cualquier otro medio de almacenamiento legible por ordenador, volátil o no volátil, adecuado. Además, la memoria 220 puede ser fija o extraíble. El almacenamiento 290 puede tomar varias formas, dependiendo de la implementación particular. Por ejemplo, el almacenamiento 290 puede contener uno o más componentes o dispositivos tales como un disco duro, una memoria flash, un disco óptico regrabable, una cinta magnética regrabable, o alguna combinación de los anteriores. El almacenamiento 290 también puede ser fijo o extraíble o remoto, como los sistemas de almacenamiento de datos basados en la nube.

Uno o más módulos 230 de software están codificados en el almacenamiento 290 y/o en la memoria 220. Los módulos 230 de software pueden comprender uno o más programas o aplicaciones de software que tienen código de programa informático o un conjunto de instrucciones ejecutadas en el procesador 210. Tal código de programa informático o instrucciones para llevar a cabo operaciones e implementar aspectos de los sistemas y métodos descritos en la presente memoria pueden estar escritos en cualquier combinación de uno o más lenguajes de programación. El código del programa puede ejecutarse completamente en la estación 110 de acoplamiento posicionable, como un paquete de software independiente, parcialmente en la estación 110 de acoplamiento posicionable y parcialmente en un ordenador/dispositivo remoto o completamente en tales ordenadores/dispositivos remotos. En este último escenario, los sistemas informáticos remotos pueden conectarse a la estación 110 de acoplamiento posicionable a través de cualquier tipo de red, incluyendo una red de área local (LAN) o una red de área amplia (WAN), o la conexión se puede realizar a través de un ordenador externo (por ejemplo, a través de Internet utilizando un proveedor de servicios de Internet).

Preferiblemente, entre los módulos 230 de software se incluyen un módulo 270 de base de datos, un módulo 272 de configuración, un módulo 274 de posición, un módulo 276 de sensor y un módulo 278 de comunicación que son ejecutados por el procesador 210. Durante la ejecución de los módulos 230 de software, el procesador 210 está configurado para realizar varias operaciones relacionadas con la configuración de la estación de acoplamiento posicionable, como se describirá con mayor detalle a continuación. Además, debe señalarse que también puede almacenarse en el almacenamiento 290 otra información y/o datos relevantes para el funcionamiento de los sistemas y métodos presentes, por ejemplo, varios programas 260 de control utilizados en la configuración de la estación 110 de acoplamiento posicionable.

También se puede almacenar en el almacenamiento 290 una base 280 de datos. La base 280 de datos puede contener y/o mantener diversas unidades y elementos de datos que se utilizan en las distintas operaciones del sistema 100 de estación de acoplamiento posicionable. Preferiblemente, parte o toda la información almacenada en la base 280 de datos pueden ser datos procesables que están en una forma o pueden transformarse a una forma que permita a la estación 110 de acoplamiento posicionable realizar una acción según lo que necesite el programa que implementa cualquier aplicación dada. La base de datos también puede incluir aplicaciones específicas del dispositivo que, cuando son ejecutadas por el procesador 210, configuran el procesador para comunicarse con uno o más robots móviles 115. De manera similar, la base de datos puede almacenar otros parámetros operativos que son específicos de la estación 110 de acoplamiento posicionable y/o el/los robot/s móvil/es 115.

Cabe señalar que aunque la base 280 de datos se describe como configurada localmente al almacenamiento de la estación 110 de acoplamiento posicionable, en ciertas implementaciones, la base 280 de datos y/o varios de los elementos de datos almacenados en la misma se pueden ubicar de forma remota (tal como en un servidor remoto, no mostrado) y conectar a la estación 110 de acoplamiento posicionable a través de una red de una manera conocida por los expertos en la técnica.

Una interfaz 250 de comunicación también está conectada operativamente al procesador 210 y puede ser cualquier interfaz que permita la comunicación entre la estación 110 de acoplamiento posicionable y dispositivos, máquinas y/o elementos externos tales como el/los robot/s móvil/es 115. Preferiblemente, la interfaz 250 de comunicación incluye, pero no se limita a, un módem, una tarjeta de interfaz de red (NIC), una interfaz de red integrada, un transmisor/receptor de radiofrecuencia (p. ej., Bluetooth, móvil, NFC), un transmisor/receptor de comunicación por

satélite, un puerto de infrarrojos, una conexión USB y/o cualquier otra interfaz similar para conectar la estación 110 de acoplamiento posicionable a otros dispositivos informáticos y/o redes de comunicación, tales como redes privadas e Internet. Tales conexiones pueden incluir una conexión por cable o una conexión inalámbrica (p. ej., utilizando el estándar IEEE 802.11), aunque debe entenderse que la interfaz 250 de comunicación puede ser prácticamente cualquier interfaz que permita la comunicación hacia/desde la estación 110 de acoplamiento posicionable.

El módulo 145 de control puede estar configurado para recibir datos desde y transmitir datos al robot móvil 115 y/o al centro 295 de control del operador (que puede comprender uno o más servidores 297) a través de protocolos de comunicación inalámbrica (p. ej., Wi-Fi, RF, Zigbee). El módulo 145 de control también puede estar configurado para alternar selectivamente la estación 110 de acoplamiento posicionable entre una primera condición y una segunda condición. En una o más realizaciones, esta alternancia se puede lograr a través de una señal desde el módulo 145 de control hasta el par desmontable 140 y/o el robot móvil 115. Además, en la primera condición, la estación 110 de acoplamiento posicionable puede proporcionar varios servicios de apoyo para el robot móvil 115 a través del par desmontable 140, que incluyen, pero no se limitan a, recarga de batería (p. ej., a través de la energía suministrada a través de la conexión 125 o una batería separada dentro de la estación 110 de acoplamiento posicionable), transferencia de datos a alta velocidad y transferencia de materiales. En una o más realizaciones, la estación 110 de acoplamiento posicionable puede proporcionar simultáneamente más de uno de los servicios de apoyo. En al menos una variación, los diferentes servicios de apoyo son proporcionados por la estación 110 de acoplamiento posicionable de manera secuencial.

En ciertas realizaciones, la estación 110 de acoplamiento posicionable puede tener un sistema de locomoción independiente de tal manera que pueda moverse a lo largo de la superficie 135 sin la asistencia del robot móvil 115 (p. ej., cuando la estación 110 de acoplamiento posicionable esté en la segunda posición). Esto puede permitir que la estación 110 de acoplamiento posicionable se mueva a una ubicación que esté más cerca del robot móvil 115 para agilizar el reacoplamiento y los servicios de apoyo. El sistema de locomoción independiente puede incluir, por ejemplo, ruedas motorizadas, ruedas magnéticas motorizadas, ruedas motorizadas combinadas con imanes permanentes o electroimanes en la carcasa 120, y/o bandas de rodadura de tanque. En la segunda condición, como se muestra en la Figura 2, el par desmontable 140 está desacoplado del robot móvil 115 y el anclaje 130 está acoplado con la superficie 135, de manera que la estación 110 de acoplamiento posicionable permanece fija ("posicionada") en su ubicación actual a lo largo de la superficie 135. En una o más realizaciones, para pasar de la primera condición a la segunda condición, el anclaje 130 debe acoplarse primero con la superficie 135, y luego el par desmontable 140 se desacopla del robot móvil 115. Acoplar el anclaje 130 con la superficie 135 antes de desacoplar el par desmontable 140 puede mejorar la seguridad de la estación 110 de acoplamiento posicionable en situaciones en las que la estación de acoplamiento podría caerse de la superficie 135, por ejemplo cuando la superficie 135 está inclinada. Del mismo modo, al pasar de la segunda condición a la primera condición, el acoplamiento del par desmontable 140 al robot móvil 115 antes del desacoplamiento del anclaje 130 de la superficie 135 puede mejorar la seguridad de la estación 110 de acoplamiento posicionable en situaciones en las que la estación de acoplamiento se podría caer de la superficie 135.

Con el fin de mejorar aún más la seguridad en ciertas realizaciones, durante la transición de la primera condición a la segunda condición, puede requerirse la confirmación del acoplamiento del anclaje con la superficie 135 antes del desacoplamiento del par desmontable 140 del robot móvil 115. Esto se puede lograr a través de un sensor conectado a la estación 110 de acoplamiento posicionable, en donde el sensor puede determinar si se ha logrado un anclaje con la fuerza suficiente para mantener la estación de acoplamiento posicionable en la superficie 135. De manera similar, en una o más realizaciones, durante la transición de la segunda condición a la primera condición, puede requerirse la confirmación del acoplamiento entre el par desmontable 140 y el robot móvil 115 antes del desacoplamiento del anclaje, lo que también puede realizarse mediante el sensor unido a la estación 110 de acoplamiento posicionable.

La transición de la primera condición a la segunda condición se puede lograr a través de una señal desde el robot móvil 115 (o en algunas realizaciones, el módulo 145 de control) al par desmontable 140. Alternativamente, la transición se puede realizar a través de una señal desde la estación 110 de acoplamiento posicionable (o en algunas realizaciones, el módulo 145 de control) al robot móvil 115. En otras palabras, en ciertas realizaciones, una señal al par desmontable 140 puede hacer que la estación 110 de acoplamiento posicionable se desacople del robot móvil 115, y en otras realizaciones, una señal al robot móvil 115 puede hacer que el robot 115 se desacople de la estación 110 de acoplamiento posicionable.

En al menos una realización, cuando la estación 110 de acoplamiento posicionable está en la segunda condición, el robot móvil 115 puede moverse a lo largo de la superficie 135 independientemente de la estación 110 de acoplamiento posicionable. Por ejemplo, en una realización en la que el robot móvil 115 es un robot de inspección para un complejo industrial, el robot móvil 115 puede inspeccionar tuberías y otros aspectos del complejo industrial independientemente de la estación 110 de acoplamiento posicionable. Esto puede permitir que el robot móvil 115 inspeccione áreas que no son accesibles por la estación 110 de acoplamiento posicionable (p. ej., un área en la que la conexión 125 podría enredarse). Más específicamente, al posicionar la estación 110 de acoplamiento posicionable, el robot móvil 115 ha mejorado la maniobrabilidad ya que puede evitar el enredo de la conexión y no tiene que cargar el exceso de peso de la estación 110 de acoplamiento posicionable. En al menos una realización,

las inspecciones pueden ser realizadas por el robot móvil 115 mientras el robot móvil 115 está acoplado con la estación 110 de acoplamiento posicionable (esto es, la estación 110 de acoplamiento posicionable está en la primera condición).

5 Después de la inspección independientemente de la estación 110 de acoplamiento posicionable, el robot móvil 115 puede posteriormente reacomplarse a la estación 110 de acoplamiento posicionable de tal manera que el robot móvil 115 pueda transferir datos y/o materiales a la estación 110 de acoplamiento posicionable o viceversa. Además, en una o más realizaciones, el robot móvil 115 puede reacomplarse a la estación 110 de acoplamiento posicionable para que la batería del robot móvil 115 pueda recargarse a través de la energía transferida desde la estación 110 de acoplamiento posicionable. En una o más realizaciones, la estación 110 de acoplamiento posicionable puede emitir una señal (en ciertas realizaciones, a través del módulo 145 de control) que puede ser recibida por el robot móvil 115, en donde la señal puede ayudar al robot móvil 115 a ubicar la estación 110 de acoplamiento posicionable para el reacomplamiento. Por ejemplo, el procesador 210 que ejecuta uno o más módulos 230 de software, incluido el módulo 274 de posición y el sensor 276, configura el módulo 145 de control para que transmita una señal al robot móvil 115 para ayudar al robot a ubicar la estación 110 de acoplamiento posicionable para el reacomplamiento. En al menos una realización, la señal puede transmitirse cuando la estación 110 de acoplamiento posicionable está en la segunda condición. La señal puede ser, pero no se limita a, una o más de las siguientes: una fuente de luz visible, una fuente de luz infrarroja, una señal de radio o una señal GPS. Este aspecto puede ser útil para mantener un punto de referencia absoluto para el robot móvil durante su funcionamiento desde el punto de posicionamiento.

20 Además, en una o más realizaciones, la estación 110 de acoplamiento posicionable puede funcionar como un punto de referencia de localización para robots móviles cercanos en el sistema 110, permitiendo de este modo que un robot móvil 115 corrija periódicamente cualquier error de desviación en sus datos de localización (p. ej., referencia por rayo láser). Por ejemplo, la estación 110 de acoplamiento posicionable puede posicionarse en una tubería y estar configurada para emitir un rayo láser de baja potencia a lo largo de la longitud de la tubería mientras el robot móvil 115 realiza su inspección en la tubería. Además, el robot móvil 115 puede seguir una trayectoria helicoidal durante su inspección de la tubería, de tal manera que, durante la inspección, el robot 115 puede ser notificado cada vez que cruce la trayectoria del rayo láser, proporcionando de este modo un punto de referencia adicional para la estimación de la localización. Esto permite una mayor precisión en la estimación de la localización del robot móvil 115 durante y después de la inspección.

30 La estación 110 de acoplamiento posicionable y el robot móvil 115 pueden comunicarse entre sí cuando la estación 110 de acoplamiento posicionable está en la primera condición y la segunda condición. La estación 110 de acoplamiento posicionable puede comunicarse con el robot móvil 115 a través de cualquier protocolo de comunicación estándar adecuado conocido en la técnica, incluyendo, pero no limitado a, Wi-Fi, RF, Zigbee, Serial UART, SPI o i2c. En al menos una realización, el protocolo de comunicación estándar de la estación 110 de acoplamiento posicionable puede ser controlado por el módulo 145 de control. En al menos una realización, la estación 110 de acoplamiento posicionable puede emplear un protocolo de comunicación de alta velocidad (p. ej., Gigabit Ethernet) para la comunicación con el robot móvil 115, así como para transmitir mensajes desde el robot móvil 115 a un centro de control del operador. En una o más realizaciones, la estación 110 de acoplamiento posicionable puede incluir un router Wi-Fi, un repetidor de señal inalámbrico y/o un punto de acceso, mejorando así la cobertura de la señal para el robot móvil 115 para la comunicación con otros sistemas, tales como un centro de control del operador.

40 En al menos una realización, el módulo 145 de control puede comprender un solo módulo en comunicación con un centro 295 de control del operador remoto a la estación 110 de acoplamiento posicionable. En una o más realizaciones, el módulo 145 de control puede comprender varios módulos en comunicación con el módulo 145 de control, que puede estar en comunicación con un centro 295 de control del operador remoto a la estación 110 de acoplamiento posicionable.

45 En al menos una realización, la estación 110 de acoplamiento posicionable puede incluir un soporte 150 que está conectado a la carcasa y es capaz de acoplarse a la superficie 135. En ciertas realizaciones, el módulo 145 de control se puede usar para activar el soporte 150 cuando la estación 110 de acoplamiento posicionable se encuentre en la segunda condición, de tal manera que el soporte 150 se acople a la superficie 135 y establezca la estación 110 de acoplamiento posicionable en la superficie 135 en una ubicación deseada. El soporte 150 se puede utilizar además del anclaje 130 para evitar que la estación 110 de acoplamiento posicionable se mueva una vez que se haya posicionado en la segunda condición. El soporte 150 puede comprender, por ejemplo, uno o más elementos hemisféricos de baja fricción, uno o más postes, o una o más patas (como se muestra en las Figuras 1-4).

50 La estabilización de la estación 110 de acoplamiento posicionable por el soporte 150 también puede permitir un reacomplamiento más fácil con el robot móvil 115, ya que la estación 110 de acoplamiento posicionable (y en ciertas realizaciones, el par desmontable 140) se puede alinear más fácilmente con el robot 115 móvil si la estación 110 de acoplamiento posicionable es sustancialmente estacionaria. En una realización preferida, el soporte 150 comprende al menos tres elementos de soporte, cada uno de los cuales hace puntos de contacto con la superficie 135.

55 En al menos una realización, el soporte 150 puede comprender una o más patas en las que cada pata incluye una rueda en su extremo distal, en donde la rueda es capaz de acoplarse a la superficie 135. En un aspecto adicional,

5 las ruedas pueden posicionarse de tal manera que el par desmontable 140 no se mueva entre la primera condición y la segunda condición, permitiendo así una conexión más fácil con el robot móvil 115. En una o más realizaciones, el módulo 145 de control se puede usar para activar el soporte 150 en la primera condición, de tal modo que las ruedas del soporte 150 se acoplen a la superficie 135 y permitan que la estación 110 de acoplamiento posicionable sea rodada o arrastrada por el robot móvil 115. En esta realización, el robot móvil 115 no tiene que cargar todo el peso de la estación 110 de acoplamiento posicionable cuando la transporta. En una o más variaciones, las ruedas se pueden reemplazar con ruedecillas esféricas o ruedas de bola, o con uno o más elementos hemisféricos de baja fricción.

10 En al menos una realización, la estación 110 de acoplamiento posicionable también puede comprender una sonda de inspección conectada a la carcasa 120, de tal manera que la estación 110 de acoplamiento posicionable puede proporcionar datos de calibración a robots móviles cercanos. En al menos una implementación, la sonda de inspección es una sonda de inspección ultrasónica.

15 En al menos una realización, la estación 110 de acoplamiento posicionable puede estar configurada para proteger al robot móvil 115 de condiciones ambientales (p. ej., lluvia, viento, luz solar) durante el acoplamiento. Por ejemplo, la estación 110 de acoplamiento posicionable puede comprender una cubierta que dé sombra conectada a la carcasa 120 que cubra total o parcialmente el robot móvil 115 durante el acoplamiento.

20 En los sistemas de robots de inspección convencionales, aunque los robots móviles son capaces de funcionar con la energía de su propia batería, tienen un alcance limitado, ya que deben permanecer en las proximidades cercanas de la estación de acoplamiento fija más cercana, de tal modo que puedan regresar a la estación cuando se haya consumido la mayoría de la energía de la batería. Por el contrario, la estación de acoplamiento posicionable descrita anteriormente permite a los robots móviles aumentar su alcance y la cantidad de tiempo de inspección, ya que pueden transportar la estación de acoplamiento posicionable a una ubicación que sea más accesible para el robot móvil. Además, como el robot móvil funciona sin una conexión, el uso de la estación de acoplamiento posicionable permite un mayor tiempo de inspección para los robots sin comprometer la maniobrabilidad o versatilidad del robot.

25 Adicionalmente, en situaciones en las que el tiempo de inspección será mayor que la duración de la batería del robot, la estación de acoplamiento, en ciertas realizaciones, se puede mover independientemente a una ubicación más cercana al robot, de tal modo que el robot pueda regresar a la estación de acoplamiento para cargar su batería y volver rápidamente a la inspección una vez haya cargado su batería.

30 En un ejemplo de uso, la estación 110 de acoplamiento posicionable se proporciona junto con un robot trepador magnético (robot que comprende ruedas magnéticas). En una configuración inicial, la estación y el robot están acoplados (esto es, en la primera condición) de tal manera que el robot transporta la estación a lo largo de tuberías ferromagnéticas de un complejo industrial. En este ejemplo, el trepador magnético se puede mover horizontalmente, verticalmente o de forma invertida a lo largo de las tuberías ferromagnéticas. A medida que el robot trepador se mueve a lo largo de la tubería con la estación de acoplamiento posicionable, se envía una señal al robot para que cambie de la primera condición a la segunda condición, y luego inspeccione una ubicación particular en la tubería. Al recibir la señal, el anclaje de la estación de acoplamiento, que comprende imanes permanentes, primero se acopla a la superficie de la tubería ferromagnética. Una vez que el anclaje está acoplado con la superficie de la tubería, el robot trepador entonces se desacopla de la estación de acoplamiento. El anclaje se acopla a la superficie antes del desacoplamiento para garantizar que la estación de acoplamiento posicionable no se mueva ni se caiga de la tubería al desacoplarse. Esta característica es particularmente importante en los casos en que el robot trepador y la estación de acoplamiento recorren la tubería de forma invertida.

45 Una vez que el robot trepador se ha desacoplado de la estación de acoplamiento, el robot trepador comienza su inspección de la ubicación especificada de la tubería. En la segunda condición, el robot trepador tiene mayor maniobrabilidad que en la primera condición porque ya no carga el peso de la estación de acoplamiento, y en los casos en que la estación de acoplamiento incluye una conexión, el robot trepador puede moverse libremente sin la preocupación de que la conexión se retuerza o se enrede. Cuando el robot trepador haya completado su tarea de inspección, se esté agotando la batería o los suministros, o necesite comunicarse con una estación base, el robot trepador puede regresar a la estación de acoplamiento posicionable para reacomplarse con la estación.

50 Para ayudar con el reacomplamiento, durante la inspección realizada por el robot trepador, la estación de acoplamiento posicionable puede emitir un rayo láser de baja potencia a lo largo de la tubería, mientras el robot móvil 115 realiza su inspección en la tubería. En este ejemplo, el robot trepador está siguiendo una trayectoria helicoidal durante su inspección de la tubería, de manera que, durante la inspección, se notifica al robot trepador cada vez que cruza el rayo láser, proporcionando así un punto de referencia adicional para la estimación de la localización. Esto permite una mayor precisión en la estimación de la localización del robot móvil, permitiendo de este modo que vuelva más fácilmente a la estación de acoplamiento posicionable.

55 Para reacomplarse, el par desmontable de la estación de acoplamiento posicionable se acopla primero con el robot trepador, y luego el anclaje se desacopla de la superficie de la tubería. Aquí, el par desmontable y el robot trepador se acoplan antes del desacoplamiento del anclaje de la superficie para garantizar que la estación de acoplamiento posicionable no se mueva ni se caiga de la tubería antes del reacomplamiento.

5 Cuando el robot trepador y la estación se hayan reacoplado y el anclaje se haya desacoplado de la superficie, el robot trepador puede entonces moverse con la estación de acoplamiento a una segunda ubicación a lo largo de la tubería para una nueva inspección y repetir los procesos de desacoplamiento e inspección. Alternativamente, durante el reacoplamiento en la primera ubicación, el robot trepador puede recargar su batería, desacoplarse y luego continuar con la inspección de la primera ubicación. Además, durante el reacoplamiento en la primera ubicación, el robot trepador puede, con la estación de acoplamiento, depositar una muestra que se recogió durante la inspección, y luego desacoplarse para continuar inspeccionando la primera ubicación.

Finalmente, cuando el robot trepador ha terminado con todas sus inspecciones, puede reacoplarse con la estación de acoplamiento posicionable y transportar la estación de acoplamiento fuera de la tubería hasta una estación base.

10 Debe entenderse que los expertos en la técnica podrían concebir diversas combinaciones, alternativas y modificaciones de la presente invención. La presente invención pretende abarcar todas esas alternativas, modificaciones y variaciones que caigan dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas.

15 Aunque la invención se ha mostrado y descrito en particular con referencia a una realización preferida de la misma, los expertos en la técnica entenderán que pueden realizarse en la misma diversos cambios en la forma y detalles sin apartarse del alcance de la invención.

REIVINDICACIONES

1. Una estación (110) de acoplamiento posicionable acoplable a al menos un robot móvil (115) para proporcionar servicios de apoyo y al menos un recurso al al menos un robot móvil (115) cuando está acoplado a la misma mediante un acoplamiento, siendo el al menos un robot móvil (115) del tipo que es capaz de recorrer una superficie (135), comprendiendo la estación (110) de acoplamiento posicionable
- 5 - una carcasa (120);
- caracterizada por que la estación (110) de acoplamiento posicionable comprende además
- un anclaje (130) conectado a la carcasa (120) configurado para acoplarse selectivamente con la superficie (135),
- 10 en donde la estación (110) de acoplamiento posicionable está configurada para alternar, selectivamente, entre una primera condición en la que el al menos un robot móvil (115) y la estación (110) de acoplamiento posicionable están acoplados a través del acoplamiento y el anclaje (130) está desacoplado de la superficie (135), en donde en la primera condición el al menos un robot móvil (115) está configurado para transportar la estación (110) de acoplamiento posicionable a una ubicación deseada a lo largo de la superficie (135), y una segunda condición en la
- 15 cual el al menos un robot móvil (115) y la estación (110) de acoplamiento posicionable están desacoplados y el anclaje (130) está acoplado con la superficie (135), en donde en la segunda condición el al menos un robot móvil (115) está configurado para moverse a lo largo de la superficie (135) sin la estación (110) de acoplamiento posicionable y la estación (110) de acoplamiento posicionable permanece estacionaria en la ubicación deseada a lo largo de la superficie (135).
- 20 2. La estación (110) de acoplamiento posicionable de la reivindicación 1, en donde la estación (110) de acoplamiento posicionable comprende además un módulo (145) de control que comprende un medio (290) de almacenamiento y un procesador (210) acoplado operativamente al medio (290) de almacenamiento, estando el procesador (210) configurado para ejecutar uno o más módulos de software almacenados en el medio (290) de almacenamiento, en donde el módulo (145) de control está conectado a la carcasa (120) y configurado para recibir y transmitir datos
- 25 desde el al menos un robot móvil (115).
3. La estación (110) de acoplamiento posicionable de la reivindicación 2, en donde el módulo (145) de control está configurado para alternar selectivamente la estación (110) de acoplamiento posicionable entre la primera condición y la segunda condición a través de una señal del módulo (145) de control al al menos un robot móvil (115).
4. La estación (110) de acoplamiento posicionable de la reivindicación 1, que comprende además:
- 30 - una conexión (125) conectada a la carcasa (120), en donde el al menos un recurso está proporcionado por la conexión (125).
5. La estación (110) de acoplamiento posicionable de la reivindicación 1, que comprende además:
- una fuente de suministro a bordo, en donde el al menos un recurso es proporcionado por la fuente de suministro a bordo.
- 35 6. La estación (110) de acoplamiento posicionable de la reivindicación 1, en donde el al menos un recurso es un recurso consumible que comprende al menos uno de entre energía, aire, aire presurizado, gas, aceite, combustible, pintura o agua.
7. La estación (110) de acoplamiento posicionable de la reivindicación 1, en donde el al menos un recurso es un recurso no consumible que comprende al menos uno de entre un recurso de comunicación o un elemento de protección del ambiente.
- 40 8. La estación (110) de acoplamiento posicionable de la reivindicación 1, en donde el acoplamiento entre el anclaje (130) y la superficie (135) es al menos uno de entre adherencia magnética, adherencia electromagnética, adherencia por vacío, adherencia por succión, adherencia electrostática, adherencia en seco o adherencia a base de fricción.
9. La estación (110) de acoplamiento posicionable de la reivindicación 1, en donde el anclaje (130) comprende uno o más imanes permanentes.
- 45 10. La estación (110) de acoplamiento posicionable de la reivindicación 9, que comprende además una base ajustable en el anclaje (130), en donde el posicionamiento de uno o más imanes permanentes en el anclaje (130) es ajustable.
- 50 11. La estación (110) de acoplamiento posicionable de la reivindicación 9, en donde la estación (110) de acoplamiento posicionable comprende además un electroimán conectado a la carcasa (120) para contrarrestar el efecto del uno o más imanes permanentes para desacoplar el anclaje (130) de la superficie (135).

12. La estación de acoplamiento posicionable (110) de la reivindicación 9, en la que el circuito de flujo magnético creado por uno o más imanes permanentes puede cortocircuitarse a través de una señal desde la estación de acoplamiento posicionable (110) para desacoplar el anclaje (130) de la superficie (135).
- 5 13. La estación (110) de acoplamiento posicionable de la reivindicación 1, en donde el acoplamiento entre la estación (110) de acoplamiento posicionable y el al menos un robot móvil (115) a través del acoplamiento es al menos uno de entre acoplamiento magnético, acoplamiento mecánico, acoplamiento eléctrico, o acoplamiento electromecánico.
- 10 14. La estación (110) de acoplamiento posicionable de la reivindicación 1, en donde el acoplamiento entre la estación (110) de acoplamiento posicionable y el al menos un robot móvil (115) a través del acoplamiento es a través de un acoplamiento inalámbrico inductivo.
- 15 15. La estación (110) de acoplamiento posicionable de la reivindicación 1, en donde el acoplamiento entre la estación (110) de acoplamiento posicionable y el al menos un robot móvil (115) a través del acoplamiento da como resultado la transferencia de energía desde la estación (110) de acoplamiento posicionable al robot móvil (115).
- 16 16. La estación (110) de acoplamiento posicionable de la reivindicación 1, en donde la estación (110) de acoplamiento posicionable comprende además un soporte (150) conectado a la carcasa (120), en donde el soporte (150) es capaz de acoplarse a la superficie (135).
- 17 17. La estación (110) de acoplamiento posicionable de la reivindicación 16, en donde el soporte (150) comprende tres elementos de soporte, cada uno capaz de acoplarse a la superficie (135).
- 20 18. La estación (110) de acoplamiento posicionable de la reivindicación 17, en donde los elementos del soporte incluyen además ruedas que se acoplan a la superficie (135).
- 19 19. La estación (110) de acoplamiento posicionable de la reivindicación 1, en donde la estación (110) de acoplamiento posicionable comprende una batería recargable.
- 25 20. La estación (110) de acoplamiento posicionable de la reivindicación 1, en donde la estación (110) de acoplamiento posicionable comprende además un actuador conectado a la carcasa (120) y configurado para desplazar la estación de acoplamiento verticalmente con respecto al al menos un robot móvil (115) para corregir la desalineación entre la estación (110) de acoplamiento posicionable y el al menos un robot móvil (115) durante el acoplamiento.
- 21 21. La estación (110) de acoplamiento posicionable de la reivindicación 1, en donde la estación (110) de acoplamiento posicionable tiene un sistema de locomoción independiente del al menos un robot móvil (115).
- 30 22. La estación (110) de acoplamiento posicionable de la reivindicación 1, en donde la estación (110) de acoplamiento posicionable está configurada para emitir una señal que puede ser recibida por el al menos un robot móvil (115) para ayudar al al menos un robot móvil (115) a localizar la estación (110) de acoplamiento posicionable en donde la señal es al menos una de entre una fuente de luz visible, una fuente de luz infrarroja, una señal de radio o una señal GPS.
- 35 23. La estación (110) de acoplamiento posicionable de la reivindicación 1, en donde la estación (110) de acoplamiento posicionable comprende además una sonda de inspección conectada a la carcasa (120), en donde la sonda de inspección proporciona datos de calibración al al menos un robot móvil (115).
- 24 24. La estación (110) de acoplamiento posicionable de la reivindicación 1, en donde la alternancia de la primera condición a la segunda condición está controlada de tal manera que la estación (110) de acoplamiento posicionable no pueda desacoplarse del al menos un robot móvil (115) en ausencia de una señal de confirmación de que el anclaje (130) está acoplado con la superficie (135).
- 40 25. La estación (110) de acoplamiento posicionable de la reivindicación 1, en donde la alternancia de la segunda condición a la primera condición está controlada de tal manera que el anclaje (130) no pueda desacoplarse de la superficie (135) en ausencia de una señal de confirmación de que la estación (110) de acoplamiento posicionable está acoplada con el al menos un robot móvil (115).
- 45

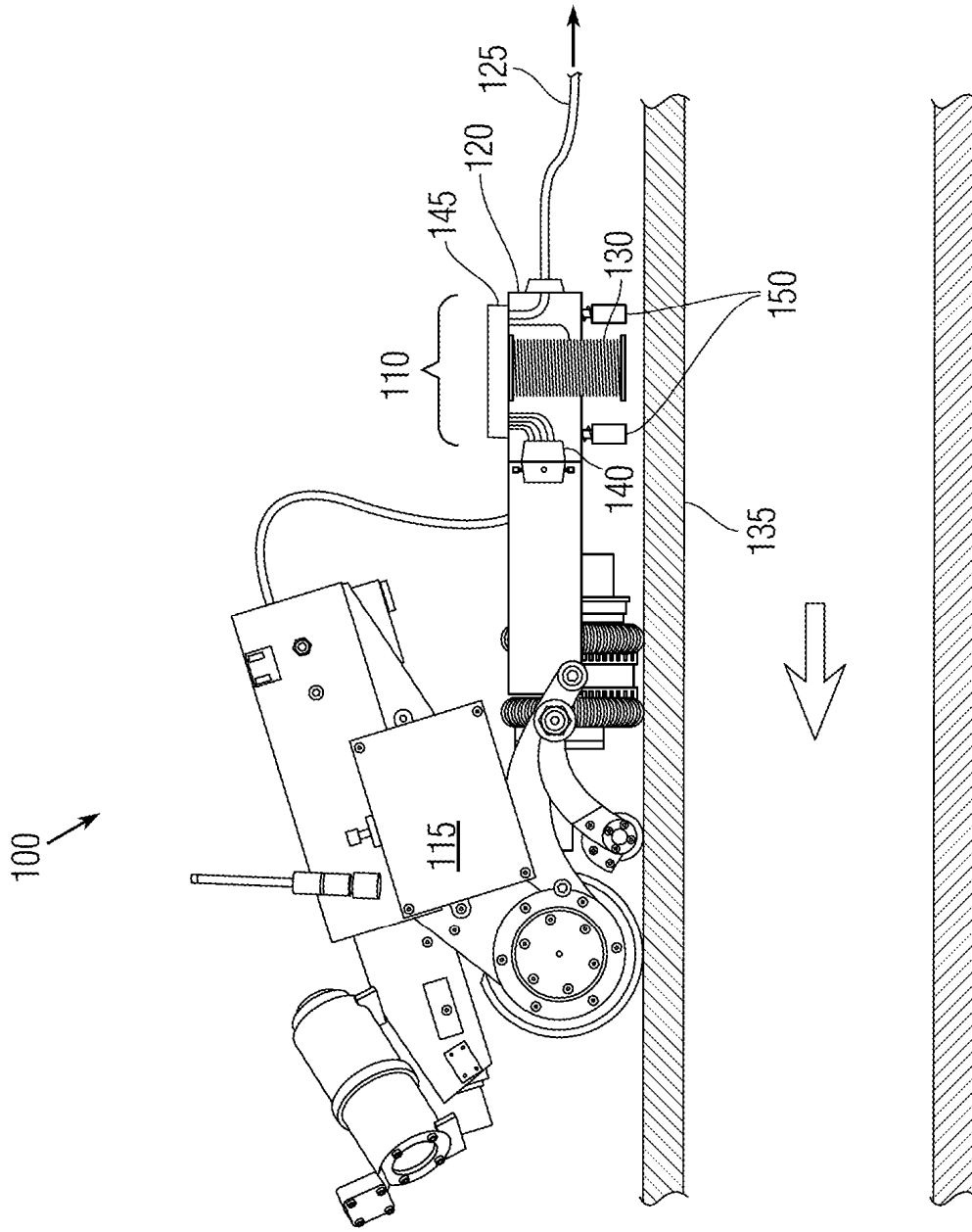


Figura 1

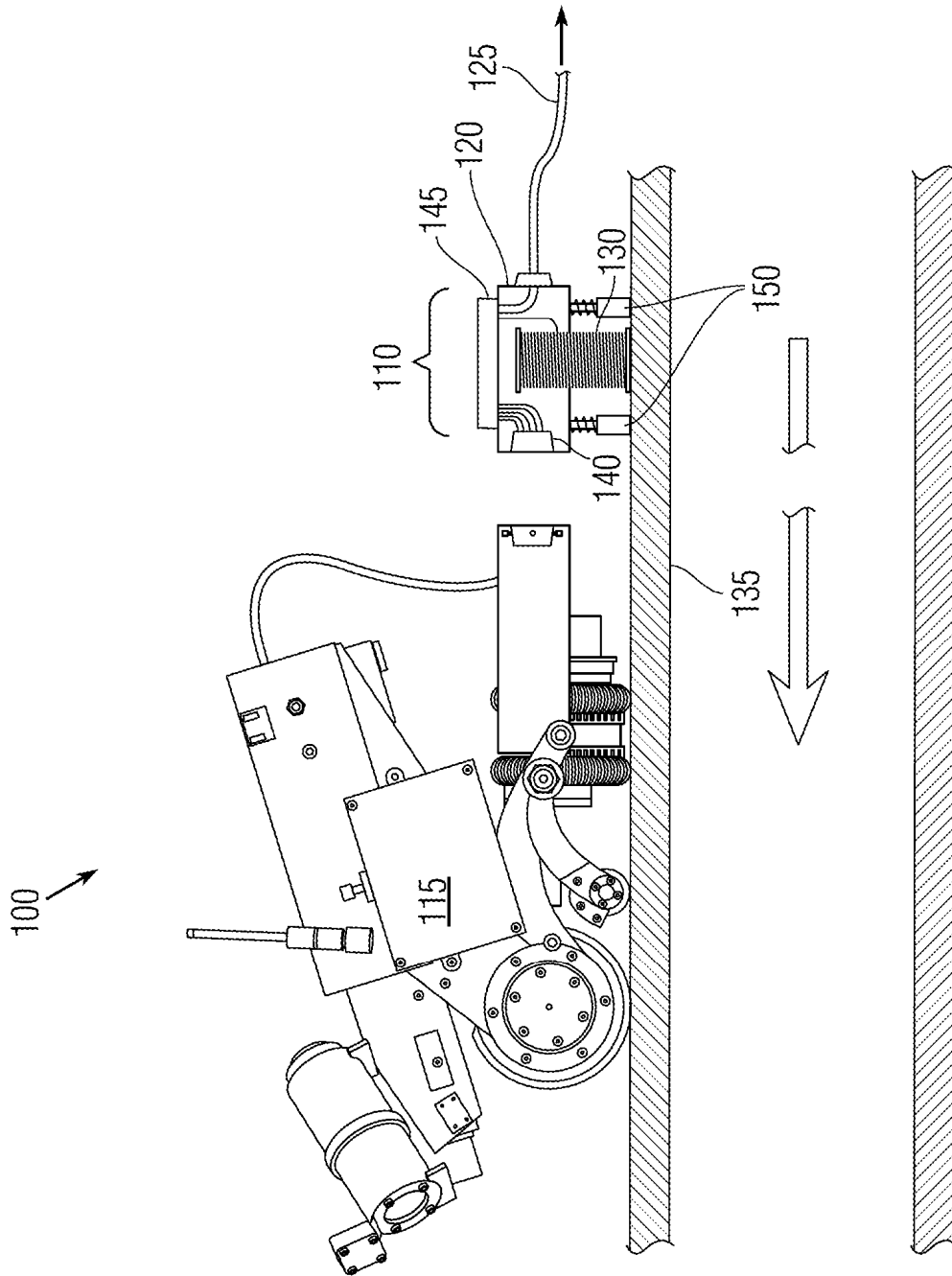


Figura 2

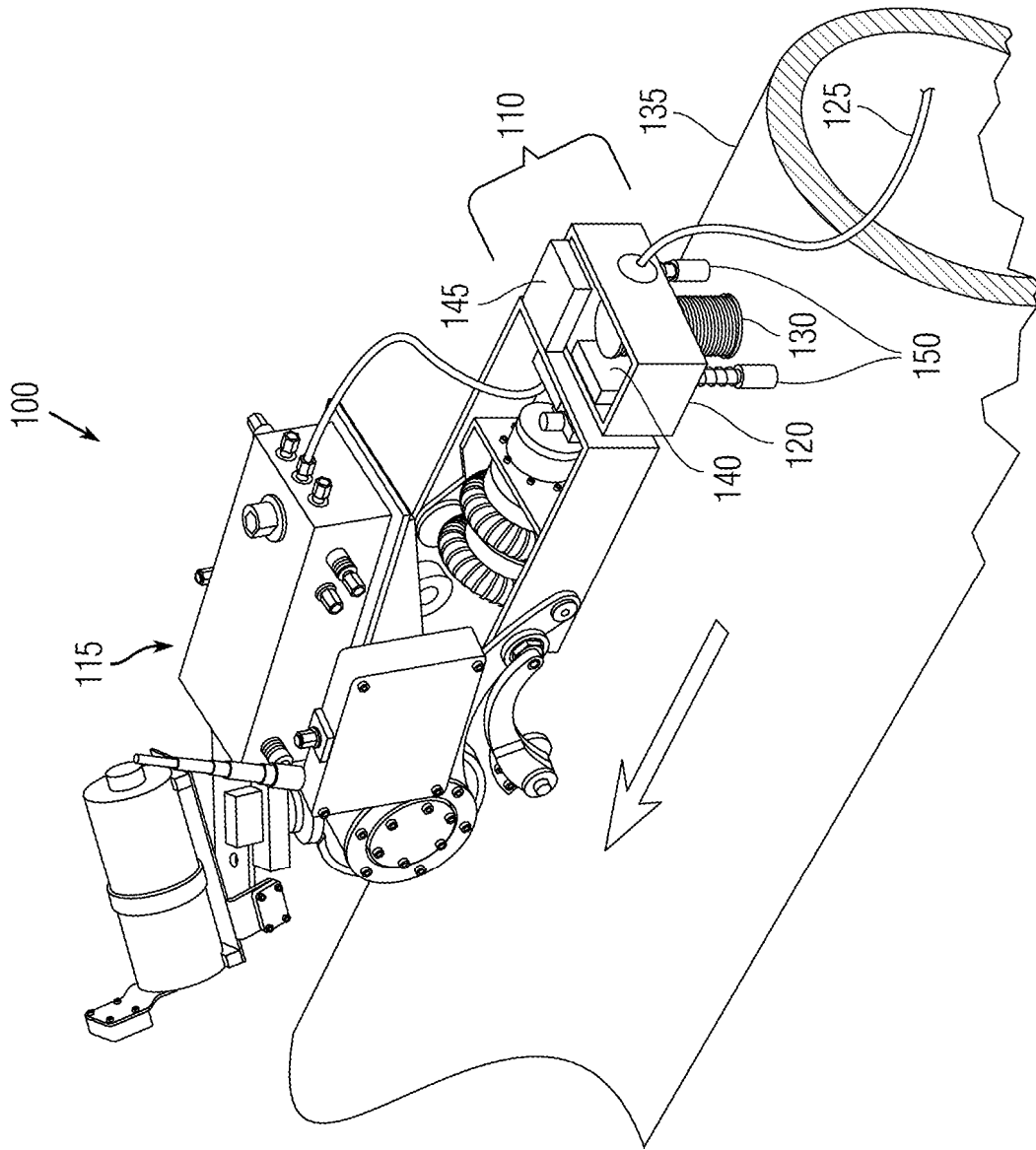


Figura 3

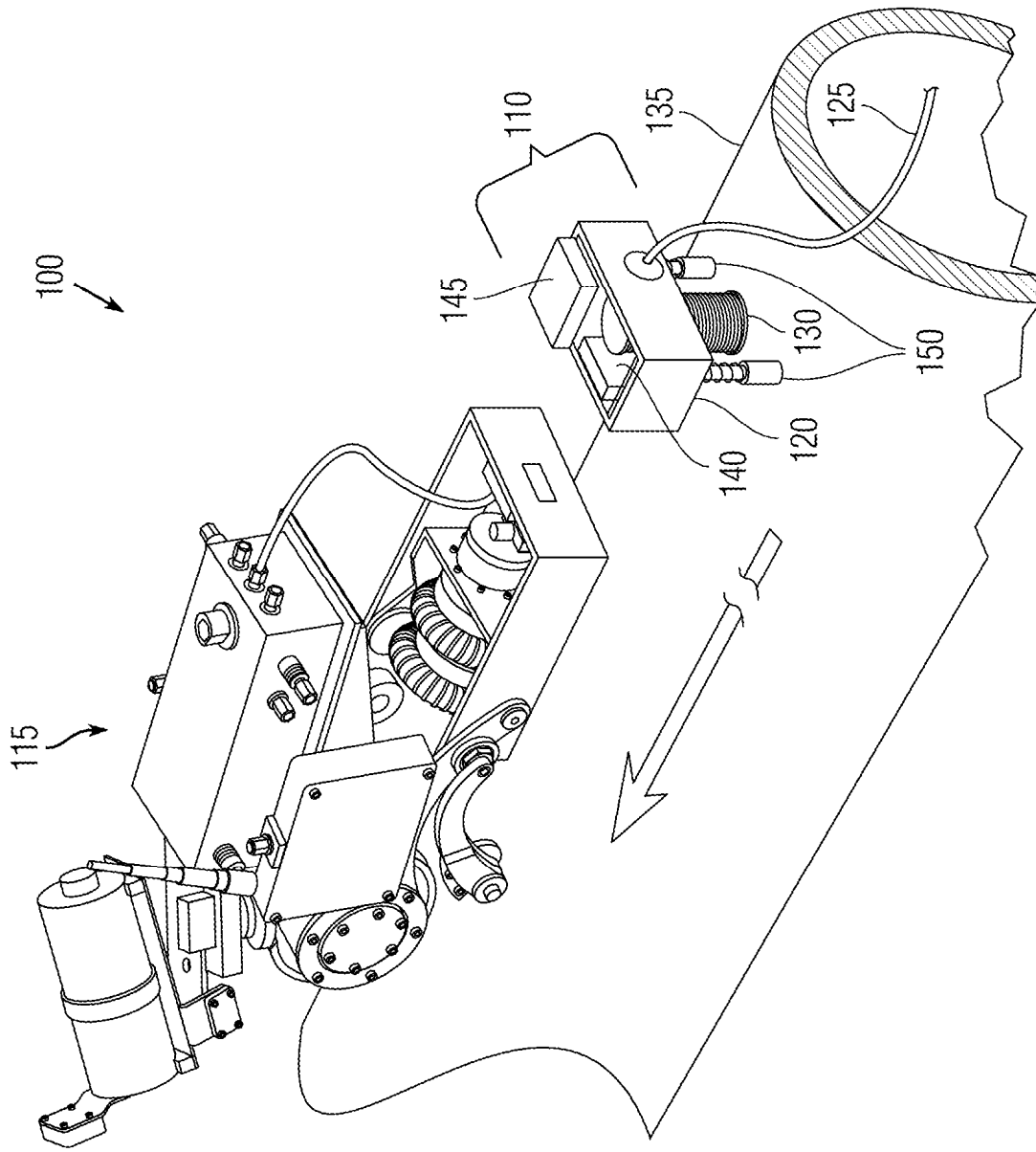


Figura 4

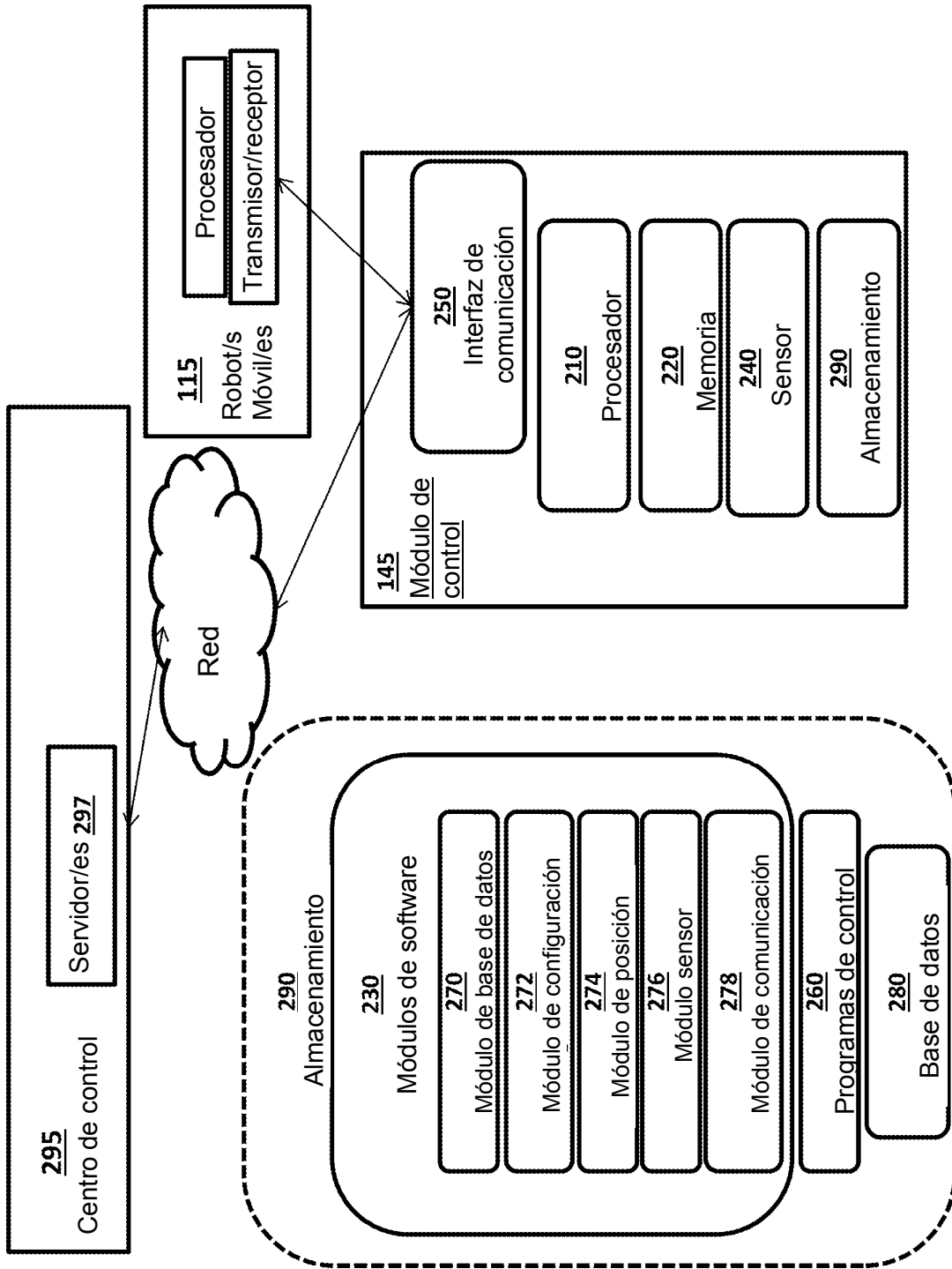


Figura 5