

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 991 105**

51 Int. Cl.:

B63G 8/00 (2006.01)
G01N 21/954 (2006.01)
G01N 29/265 (2006.01)
G21C 17/013 (2006.01)
G01M 3/24 (2006.01)
G01M 3/32 (2006.01)
G01M 5/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **21.01.2020** **PCT/US2020/014443**
87 Fecha y número de publicación internacional: **30.07.2020** **WO20154303**
96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.01.2020** **E 20746058 (5)**
97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.08.2024** **EP 3914509**

54 Título: **Sistemas, métodos y aparatos para inspecciones de tanques en servicio**

30 Prioridad:

24.01.2019 US 201962796533 P
31.05.2019 US 201962855518 P
30.07.2019 US 201916526412
07.08.2019 US 201916534009

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
02.12.2024

73 Titular/es:

SQUARE ROBOT, INC. (100.0%)
21 Drydock Avenue, Suite 750W
Boston, MA 02210, US

72 Inventor/es:

VAGANAY, JEROME;
LEVITT, ERIC y
O'HALLORAN, WILLIAM

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 991 105 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

Sistemas, métodos y aparatos para inspecciones de tanques en servicio

Referencias cruzadas a solicitudes relacionadas

- 5 Esta solicitud reivindica el beneficio de prioridad a la solicitud de patente estadounidense n.º 16/526.412, presentada el 30 de julio de 2019, la cual reivindica el beneficio de prioridad bajo 35 U.S.C. § 119 a la solicitud de patente provisional estadounidense n.º 62/855.518, presentada el 31 de mayo de 2019, y reivindica el beneficio de prioridad según 35 U.S.C. § 119 a la solicitud de patente provisional estadounidense n.º 62/796.533, presentada el 24 de enero de 2019.

Antecedentes

- 10 Los tanques pueden almacenar fluidos o líquidos, incluyendo fluidos inflamables tales como petróleo o gas. El fluido puede corroer porciones del tanque que entran en contacto con el fluido. Las superficies externas del tanque pueden corroerse debido al agua u otros fluidos debajo del suelo del tanque, o agua que se filtró al tanque a través de, por ejemplo, un sello de techo y se hundió por debajo del fluido de hidrocarburo debido a su mayor densidad. Los elementos corrosivos en el fluido de hidrocarburos también pueden contribuir a la corrosión. Esta corrosión puede finalmente provocar que el tanque experimente fugas. Sin embargo, puede ser un desafío determinar la integridad del tanque para evitar fugas.

El documento WO2018/104780 divulga un sistema para inspeccionar un tanque que contiene un fluido inflamable que comprende un vehículo con una unidad de control, una hélice, un dispositivo de inspección y una unidad de determinación de distancia alimentada por una batería dentro del vehículo. El vehículo es capaz de mapear y navegar de manera autónoma en el tanque durante la inspección.

- 20 El documento US3732434 divulga un raspador de tuberías para una tubería de inspección mediante el uso de un interruptor que activa la fuente de energía a bordo una vez que se detecta una diferencia de presión entre el exterior y el interior del raspador.

Sumario

- 25 Esta divulgación se refiere a sistemas, métodos y aparatos para inspeccionar un tanque que contiene un fluido inflamable. Debido a los desafíos técnicos de inspeccionar un tanque que contiene un fluido inflamable, las inspecciones de los tanques pueden realizarse en tanques vacíos que están fuera de servicio. Sin embargo, la inspección fuera de servicio implica muchas etapas peligrosas. Por ejemplo, el tanque se vacía primero de su contenido líquido. Se corta entonces una gran abertura en el lado del tanque para permitir que entren personas y herramientas. Los sedimentos residuales en el suelo se recogen, se retiran del tanque y se eliminan de manera segura.
- 30 La atmósfera en el interior del tanque se desgasifica y se hace segura. Los operarios humanos entran entonces en el espacio confinado en condiciones duras y peligrosas para realizar una inspección del suelo placa a placa tediosa. Una vez que se ha completado la inspección, se sueldan placas para cerrar la abertura en el lado del tanque, y el tanque se rellena con fluido inflamable. Estas etapas adicionales adoptadas para inspeccionar un tanque pueden requerir mucho tiempo, requerir muchos recursos o ser peligrosas.

- 35 Los sistemas, métodos y aparatos de esta solución técnica proporcionan un vehículo autónomo que puede inspeccionar un tanque que contiene un fluido inflamable. El vehículo autónomo de esta solución técnica puede realizar una inspección de tanque en servicio. Una inspección de tanque en servicio puede referirse a inspeccionar el tanque mientras el fluido inflamable todavía está contenido en el tanque. En algunos casos, una inspección de tanque en servicio puede referirse a una inspección de tanque cerrado, tal como inspeccionar un tanque que contiene un fluido inflamable mientras la tapa del tanque está cerrada o sellada. Para realizar una inspección de tanque en servicio, el vehículo autónomo de esta solución técnica puede estar sin amarrar e incluir una hélice, batería y unidad de control que puede realizar automáticamente un proceso de inspección de tanque. Al realizar automáticamente una inspección de tanque en servicio con la tapa de tanque cerrada, el vehículo autónomo puede ahorrar tiempo, reducir la utilización de recursos y aumentar la seguridad al inspeccionar el tanque sin tener que vaciar el tanque, lo que puede permitir
- 40 inspecciones de tanque más frecuentes. El sistema puede predecir con más precisión la calidad, integridad o estado del tanque realizando una inspección del tanque más frecuente, o recopilando datos de inspección a diferentes intervalos.

- Al menos un aspecto se refiere a un vehículo para inspeccionar un tanque que contiene un fluido inflamable. El vehículo incluye una hélice, una batería, una unidad de control, un dispositivo de inspección y un dispositivo de determinación de distancia. La batería proporciona energía a la hélice, la unidad de control, el dispositivo de inspección y el dispositivo de determinación de distancia. La unidad de control genera un mapa del tanque basándose en los datos recibidos desde el dispositivo de determinación de distancia. El dispositivo de determinación de distancia incluye un sensor como un sensor acústico o sensor de radiación electromagnética capaz de proporcionar una medición de la distancia entre el robot y el entorno (por ejemplo, carcasa de tanque y obstáculos tales como tuberías o columnas de soporte de techo). La unidad de control determina una primera posición del vehículo en el mapa del tanque. La hélice, que está conectada eléctricamente a la batería, puede mover el vehículo a través del fluido inflamable en el tanque. El dispositivo de inspección, que está conectado eléctricamente a la batería, determina una métrica de calidad de una porción del tanque. La unidad de control está conectada eléctricamente a la batería, el dispositivo de determinación
- 50
- 55

de distancia, la hélice y el dispositivo de inspección. La unidad de control hace que la hélice mueva el vehículo desde la primera posición hasta una segunda posición dentro del tanque. La unidad de control determina, a través del dispositivo de inspección, la métrica de calidad para la porción del tanque en la segunda posición dentro del tanque. La unidad de control almacena, en una estructura de datos en la memoria del vehículo, la métrica de calidad correspondiente a la segunda posición dentro del tanque.

La unidad de control del vehículo puede ejecutar un programa de diagnóstico antes de hacer que la hélice mueva el vehículo. La unidad de control del vehículo puede configurarse para determinar, basándose en los resultados de un programa de diagnóstico, iniciar un proceso de inspección de tanque y proporcionar, basándose en el proceso de inspección de tanque, un comando para hacer que la hélice mueva el vehículo desde la primera posición hasta la segunda posición dentro del tanque. La unidad de control del vehículo puede configurarse para desactivar, basándose en un programa de diagnóstico, la hélice para evitar que la hélice mueva el vehículo desde la segunda posición. La unidad de control del vehículo puede configurarse además para ejecutar un programa de diagnóstico antes de hacer que la hélice mueva el vehículo, y establecer una velocidad de la hélice basándose en un resultado del programa de diagnóstico.

La unidad de control del vehículo puede configurarse además para hacer que la hélice mueva el vehículo a una pluralidad de porciones del tanque, generar un mapa del tanque basándose en atravesar una pluralidad de porciones del tanque, y detectar una condición de salida basándose en el mapa generado. La unidad de control del vehículo puede configurarse además para ajustar una velocidad de la hélice basándose en una ubicación actual del vehículo en el mapa y detectar la condición de salida basándose en una cantidad de potencia disponible en la batería. Una pluralidad de hélices del vehículo pueden configurarse para mover el vehículo en una o más direcciones. La hélice del vehículo puede ser una de una hélice de paso controlable, una hélice de doble inclinación, una hélice modular o una hélice Voith Schneider. La métrica de calidad del vehículo puede indicar un grosor de la porción del tanque en la segunda posición dentro del tanque. Además, el vehículo contiene un interruptor de presión que detecta cuándo una presión del fluido fuera del vehículo alcanza un umbral predeterminado correspondiente a una profundidad predeterminada en el fluido y luego cierra el interruptor de presión, proporcionando así potencia a la unidad de control, la hélice, el dispositivo de inspección y el dispositivo de determinación de distancia.

Al menos un aspecto se refiere a un método para inspeccionar un tanque que contiene un fluido inflamable según la reivindicación 8.

El método puede incluir ejecutar, por la unidad de control, un programa de diagnóstico antes de hacer que la hélice mueva el vehículo. El método puede incluir determinar, por la unidad de control basándose en los resultados de un programa de diagnóstico, iniciar un proceso de inspección de tanque, y proporcionar, por la unidad de control basándose en el proceso de inspección de tanque, un comando para hacer que la hélice mueva el vehículo desde la primera posición hasta la segunda posición dentro del tanque. El método puede incluir desactivar, por la unidad de control basándose en un programa de diagnóstico, la hélice para evitar que la hélice mueva el vehículo desde la segunda posición. El método puede incluir ejecutar, por la unidad de control, un programa de diagnóstico antes de hacer que la hélice mueva el vehículo, y establecer, por la unidad de control, una velocidad de la hélice basándose en un resultado del programa de diagnóstico.

El método puede incluir hacer, por la unidad de control, que la hélice mueva el vehículo hasta una pluralidad de porciones del tanque, generar, por la unidad de control, un mapa del tanque basándose en atravesar una pluralidad de porciones del tanque, y detectar, por la unidad de control, una condición de salida basándose en el mapa generado. El método puede incluir ajustar, por la unidad de control, una velocidad de la hélice basándose en una ubicación actual del vehículo en el mapa. El método puede incluir detectar, por la unidad de control, la condición de salida basándose en una cantidad de potencia disponible en la batería. El método puede incluir mover, por una pluralidad de hélices, el vehículo en una o más direcciones. La hélice del método puede ser una de una hélice de paso controlable, una hélice de doble inclinación, una hélice modular o una hélice Voith Schneider. La métrica de calidad del método puede indicar un grosor de la porción del tanque en la segunda posición dentro del tanque.

Al menos un aspecto se refiere a un sistema para inspeccionar un tanque que contiene un fluido inflamable según la reivindicación 1.

El dispositivo de inspección puede generar corrientes parásitas pulsadas para determinar la métrica de calidad. El dispositivo de inspección puede incluir una pluralidad de conductores dispuestos en una matriz para generar corrientes parásitas de matriz para determinar la métrica de calidad en una porción del tanque correspondiente a una segunda posición del vehículo en el mapa. El dispositivo de inspección puede incluir una matriz ultrasónica o un sistema de matriz en fase ultrasónica para determinar una segunda métrica de calidad en la porción del tanque correspondiente a la primera posición del vehículo en el mapa.

El dispositivo de inspección puede incluir al menos dos tipos diferentes de sensores. El dispositivo de inspección puede obtener mediciones de los al menos dos tipos diferentes de sensores para generar la métrica de calidad en la porción del tanque correspondiente a la primera posición del vehículo en el mapa. La métrica de calidad puede indicar un grosor de la porción del tanque correspondiente a la primera posición del vehículo en el mapa. La métrica de calidad puede indicar una métrica de corrosión predictiva basándose en una pluralidad de inspecciones de tanque realizadas por el vehículo durante un intervalo de tiempo. El dispositivo de inspección puede seleccionar, basándose en una

condición asociada con la porción del tanque correspondiente a la primera posición del vehículo en el mapa, uno de los al menos dos tipos diferentes de sensores para inspeccionar la porción del tanque.

5 El sistema puede incluir un generador de modelos que genera un modelo de inspección basado en riesgo basándose en una serie temporal de métricas de calidad determinadas basándose en los bucles de corriente eléctrica proporcionados por el dispositivo de inspección que se extienden hacia la porción del tanque. El generador de modelos puede agregar métricas de calidad histórica obtenidas a partir de una pluralidad de inspecciones de tanque para prever un nivel de grosor del tanque basándose en la métrica de calidad.

El dispositivo de medición puede detectar ondas acústicas reflejadas por una o más porciones del tanque, y la unidad de control genera el mapa del tanque basándose en las ondas acústicas detectadas.

10 Al menos un aspecto se refiere a un método para inspeccionar un tanque que contiene un fluido inflamable. El método puede incluir bajar, por medio de un cable, un vehículo al tanque que contiene el fluido inflamable. El vehículo puede incluir una batería, una unidad de control, un dispositivo de inspección que tiene uno o más conductores y un dispositivo de determinación de distancia. El método puede incluir retirar, después de desplegar el vehículo, el cable del tanque. El método puede incluir que el dispositivo de inspección reciba, desde la unidad de control en respuesta a la identificación de una primera posición del vehículo en un mapa del tanque basándose en los datos del dispositivo de determinación de distancia, un comando para iniciar la inspección en la primera posición en el mapa. El método puede incluir que el dispositivo de inspección cargue, en respuesta al comando para iniciar la inspección, un campo magnético en el uno o más conductores para inducir bucles de corriente eléctrica que se extienden hacia una porción del tanque correspondiente a la primera posición en el mapa. El método puede incluir que el dispositivo de inspección detecte valores correspondientes a los bucles inducidos de corriente eléctrica en la porción del tanque correspondiente a la primera posición en el mapa. El método puede incluir que el dispositivo de inspección proporcione, a la unidad de control, datos que comprenden los valores detectados para hacer que la unidad de control determine una métrica de calidad en la porción del tanque correspondiente a la primera posición del vehículo en el mapa, y almacene, en la memoria del vehículo, la métrica de calidad.

25 El procedimiento puede incluir que el dispositivo de inspección genere una corriente parásita pulsada. El método puede incluir determinar la métrica de calidad basándose en la corriente parásita pulsada.

El método puede incluir generar, mediante una pluralidad de conductores del dispositivo de inspección, corrientes parásitas de matriz. El método puede incluir determinar la métrica de calidad en una porción del tanque correspondiente a una segunda posición del vehículo en el mapa basándose en las corrientes parásitas de matriz.

30 El método puede incluir determinar, por medio de una matriz ultrasónica o un sistema de matriz en fase ultrasónica del dispositivo de inspección, una segunda métrica de calidad en la porción del tanque correspondiente a la primera posición del vehículo en el mapa.

35 El método puede incluir generar la métrica de calidad en la porción del tanque correspondiente a la primera posición del vehículo en el mapa obteniendo mediciones de al menos dos tipos diferentes de sensores del dispositivo de inspección. La métrica de calidad puede indicar un grosor de la porción del tanque correspondiente a la primera posición del vehículo en el mapa. La métrica de calidad puede indicar una métrica de corrosión predictiva basada en una pluralidad de inspecciones de tanque realizadas por el vehículo durante un intervalo de tiempo.

40 El método puede incluir generar, mediante un generador de modelos, un modelo de inspección basado en riesgo basándose en una serie temporal de métricas de calidad determinadas basándose en los bucles de corriente eléctrica proporcionados por el dispositivo de inspección que se extienden hacia la porción del tanque. El método puede incluir agregar métricas de calidad histórica obtenidas a partir de una pluralidad de inspecciones de tanque. El método puede incluir prever, usando las métricas de calidad histórica agregadas, un nivel de grosor del tanque basándose en la métrica de calidad.

45 El método puede incluir recibir ondas acústicas reflejadas por una o más porciones del tanque. El método puede incluir generar el mapa del tanque basándose en las ondas acústicas.

50 Al menos un aspecto se refiere a un vehículo para inspeccionar un tanque que contiene un fluido inflamable. El vehículo puede incluir una hélice, un mecanismo de pestillo, un interruptor de presión y un dispositivo de inspección. El vehículo puede incluir una unidad de control en comunicación con la hélice, el mecanismo de pestillo, el interruptor de presión y el dispositivo de inspección. La unidad de control puede recibir una indicación del interruptor de presión para encenderla. La unidad de control puede recibir la indicación en respuesta a que el interruptor de presión detecta una presión ambiental mayor que un umbral mínimo. La unidad de control puede recibir, desde el mecanismo de pestillo, una indicación de un estado del mecanismo de pestillo. La unidad de control puede determinar, basándose en el estado del mecanismo de pestillo, que el cable usado para bajar el vehículo al tanque que contiene el fluido inflamable está separado del vehículo. La unidad de control puede ordenar, en respuesta a la determinación de que el cable está separado del vehículo, que la hélice mueva el vehículo a través del fluido inflamable. La unidad de control puede determinar, por medio del dispositivo de inspección y después de la generación de una porción de un mapa, una métrica de calidad de una porción del tanque.

El interruptor de presión puede detectar que el vehículo está sumergido en una profundidad umbral en el fluido inflamable. El interruptor de presión puede proporcionar, en respuesta a la detección de la profundidad umbral, una indicación de encendido de la unidad de control del vehículo. El vehículo puede apagarse cuando se baja a través de una capa de vapor en el tanque por encima del fluido inflamable.

5 El mecanismo de pestillo puede desenganchar el cable usado para bajar el vehículo al fluido inflamable en el tanque. El mecanismo de pestillo puede acoplar el cable al vehículo para bajar el vehículo al fluido inflamable en el tanque. El vehículo puede incluir un accionador que bloquea o desbloquea el mecanismo de pestillo. La unidad de control puede hacer que el accionador desbloquee el mecanismo de pestillo para desenganchar el cable después de que el vehículo baje al fluido inflamable al tanque.

10 La unidad de control puede detectar una condición de salida en un proceso de inspección de tanque. La unidad de control puede hacer que el mecanismo de pestillo vuelva a enganchar el cable para acoplar el cable al vehículo. El cable puede ser una cuerda pasiva, tal como un cable metálica pasiva.

La unidad de control puede ejecutar un programa de diagnóstico para detectar un estado del cable. La unidad de control puede generar, basándose en el estado del cable, un comando para controlar al menos uno de la hélice o el mecanismo de pestillo que acopla el cable al vehículo.

15 El sensor puede determinar que el vehículo está en contacto con el suelo del tanque. La unidad de control puede detectar, por medio del sensor, que el vehículo está en contacto con el suelo del tanque. La unidad de control puede ordenar al mecanismo de pestillo que desacople el cable del vehículo en el fluido inflamable. La unidad de control puede ordenar a la hélice que mueva el vehículo en respuesta al segundo estado del mecanismo de pestillo.

20 La unidad de control puede recibir, desde un dispositivo informático remoto, una indicación de que el cable está desacoplado del vehículo en el fluido inflamable. La unidad de control puede recibir, desde un dispositivo informático remoto, una indicación para realizar un proceso de inspección de tanque que comprende hacer que la hélice mueva el vehículo hasta una o más posiciones en el tanque, y determinar una o más métricas de calidad.

Al menos un aspecto se refiere a un método para inspeccionar un tanque que contiene un fluido inflamable. El método puede incluir bajar, por medio de un cable, un vehículo al tanque que contiene el fluido inflamable. El vehículo puede incluir una unidad de control, una hélice, un interruptor de presión, un mecanismo de pestillo y un dispositivo de inspección. El método puede incluir que la unidad de control reciba, desde el interruptor de presión, una indicación de encendido. El método puede incluir retirar, después de desplegar el vehículo, el cable del tanque. El método puede incluir que la unidad de control reciba, desde el mecanismo de pestillo, una indicación de un estado del mecanismo de pestillo. El método puede incluir que la unidad de control determine, basándose en el estado del mecanismo de pestillo, que el cable usado para bajar el vehículo al tanque que contiene el fluido inflamable está separado del vehículo. El método puede incluir ordenar a la unidad de control, en respuesta a la determinación de que el cable está separado del vehículo, que la hélice mueva el vehículo a través del fluido inflamable. El procedimiento puede incluir que la unidad de control determine, por medio del dispositivo de inspección y después de la generación de una porción de un mapa, una métrica de calidad de una porción del tanque.

35 El método puede incluir detectar, mediante el interruptor de presión, que el vehículo está sumergido en una profundidad umbral en el fluido inflamable. El método puede incluir proporcionar, mediante el interruptor de presión en respuesta a la detección de la profundidad umbral, una indicación de encendido de la unidad de control del vehículo, en donde el vehículo se apaga a medida que se baja a través de una capa de vapor en el tanque por encima del fluido inflamable.

40 El método puede incluir que el mecanismo de pestillo desenganche el cable usado para bajar el vehículo al fluido inflamable en el tanque. El método puede incluir acoplar, por medio del mecanismo de pestillo, el cable al vehículo para bajar el vehículo al fluido inflamable en el tanque. El método puede incluir bloquear o desbloquear, mediante la unidad de control en comunicación con un accionador, el mecanismo de pestillo para desenganchar el cable después de que el vehículo se baje al fluido inflamable en el tanque.

45 El método puede incluir detectar, por la unidad de control, una condición de salida en un proceso de inspección de tanque. El método puede incluir volver a enganchar, por la unidad de control, el mecanismo de pestillo con el cable para acoplar el cable al vehículo. El cable puede ser una cuerda pasiva, tal como una cuerda metálica pasiva.

El método puede incluir ejecutar, por la unidad de control, un programa de diagnóstico para detectar un estado del cable. El método puede incluir generar, por la unidad de control basándose en el estado del cable, un comando para controlar al menos uno de la hélice o el mecanismo de pestillo que acopla el cable al vehículo.

50 El método puede incluir determinar, por medio de un sensor, que el vehículo está en contacto con el suelo del tanque. El método puede incluir ordenar, por la unidad de control, que el mecanismo de pestillo desacople el cable del vehículo en el fluido inflamable. El método puede incluir ordenar, por la unidad de control, que la hélice mueva el vehículo en respuesta al segundo estado del mecanismo de pestillo.

55 El método puede incluir recibir, por la unidad de control desde un dispositivo informático remoto, una indicación de que el cable está desacoplado del vehículo en el fluido inflamable. El método puede incluir recibir, por la unidad de

control desde un dispositivo informático remoto, una indicación para realizar un proceso de inspección de tanque que comprende hacer que la hélice mueva el vehículo a una o más posiciones en el tanque, y determinar una o más métricas de calidad.

5 Al menos un aspecto se refiere a un método para inspeccionar un tanque que contiene un fluido inflamable. El método puede incluir abrir una tapa de un tanque que contiene el fluido inflamable. El método puede incluir conectar un cable a un vehículo. El vehículo puede incluir una batería y una unidad de control. El método puede incluir bajar, por medio del cable y a través de una abertura del tanque, el vehículo a través de una barrera de vapor dentro del tanque y encima del fluido inflamable. El método puede incluir desenganchar el cable del vehículo después de que el vehículo entre en contacto con el suelo del tanque. El método puede incluir retirar el cable del tanque. El método puede incluir cerrar la tapa del tanque para sellar el vehículo en el tanque. El método puede incluir realizar, por medio de la unidad de control del vehículo, un proceso de inspección de tanque bajo la energía de la batería. El proceso de inspección de tanque puede incluir generar un mapa del tanque y determinar una métrica de calidad para una porción del tanque correspondiente a una ubicación en el mapa generado.

15 El método puede incluir inicializar, en la memoria del vehículo, una estructura de datos de mapa para el tanque. El método puede incluir almacenar, en la estructura de datos de mapa, el mapa.

El método puede incluir determinar, por la unidad de control al bajarse al tanque, generar el mapa para el tanque. El procedimiento puede incluir dar instrucciones, por la unidad de control, a un dispositivo de determinación de distancia del vehículo para generar el mapa para el tanque.

20 El método puede incluir establecer una duración predeterminada para el proceso de inspección de tanque. El procedimiento puede incluir almacenar la duración predeterminada en un archivo de configuración en la memoria del vehículo. El método puede incluir iniciar, por el vehículo en respuesta a sellarse en el tanque y al inicio del proceso de inspección de tanque, un temporizador basado en la duración predeterminada. El método puede incluir la terminación del proceso de inspección de tanque en respuesta a la expiración del temporizador.

25 El método puede incluir identificar, por la unidad de control, una porción no inspeccionada del tanque basándose en el mapa generado. El método puede incluir hacer, por la unidad de control, que una hélice del vehículo mueva el vehículo hacia la porción no inspeccionada identificada del tanque.

30 El método puede incluir identificar, por la unidad de control, una ausencia de cualquier porción no identificada del suelo del tanque basándose en el mapa generado. El método puede incluir proporcionar, en respuesta a la identificación de la ausencia, una indicación de que el proceso de inspección de tanque está completo. La indicación de que el proceso de inspección de tanque está completo puede incluir una señal inalámbrica o una señal acústica.

35 El método puede incluir desenrollar, mediante un cabrestante ubicado externo al tanque, el cable para bajar el vehículo al tanque. El método puede incluir enrollar, mediante el cabrestante, el cable después de desenganchar el cable del vehículo para retirar el cable del interior del tanque. El método puede incluir desenrollar, tras la finalización del proceso de inspección de tanque que comprende generar el mapa del tanque y almacenar una pluralidad de indicaciones de la métrica de calidad para la al menos una porción del tanque, el cable en el tanque. El método puede incluir volver a enganchar el cable con el vehículo. El método puede incluir enrollar el cable reenganchado con el vehículo para retirar el vehículo del interior del tanque.

40 Al menos un aspecto se refiere a un sistema de inspección de un tanque que contiene un fluido inflamable. El sistema puede incluir un vehículo que comprende una batería y una unidad de control. El sistema puede incluir un cable conectado al vehículo. El sistema puede incluir un cabrestante ubicado externo a un tanque que baja, a través de una abertura del tanque, el vehículo a través de una barrera de vapor dentro del tanque y encima de un fluido inflamable contenido en el tanque. El vehículo puede desengancharse del cable después de que el vehículo entre en contacto con el suelo del tanque. El cabrestante puede retirar el cable del tanque. La tapa del tanque se cierra para sellar el vehículo en el tanque después de la retirada del cable del tanque. La unidad de control del vehículo puede realizar un proceso de inspección de tanque bajo la energía de la batería, comprendiendo el proceso de inspección de tanque generar un mapa del tanque y determinar una métrica de calidad para una porción del tanque correspondiente a una ubicación en el mapa generado.

50 La unidad de control puede inicializar, en la memoria del vehículo, una estructura de datos de mapa para el tanque, y almacenar el mapa en la estructura de datos de mapa. La unidad de control puede determinar, tras el contacto del vehículo con el suelo del tanque, generar el mapa para el tanque. La unidad de control puede dar instrucciones a un dispositivo de determinación de distancia del vehículo para recopilar datos usados para generar el mapa para el tanque.

55 La unidad de control puede recuperar, a partir de un archivo de configuración almacenado en la memoria del vehículo, una duración predeterminada para el proceso de inspección de tanque. La unidad de control puede iniciar, después de sellarse en el tanque y comenzar el proceso de inspección de tanque, un temporizador basado en la duración predeterminada.

La unidad de control puede terminar el proceso de inspección de tanque en respuesta a la expiración del temporizador. La unidad de control puede identificar una porción no inspeccionada del tanque basándose en el mapa generado. La

unidad de control puede hacer que una hélice del vehículo mueva el vehículo hacia la porción no inspeccionada identificada del tanque.

La unidad de control puede identificar una ausencia de cualquier porción no inspeccionada del suelo del tanque basándose en el mapa generado. La unidad de control puede proporcionar, en respuesta a la identificación de la ausencia, una indicación de que el proceso de inspección de tanque está completo. La indicación de que el proceso de inspección de tanque está completo puede incluir una señal inalámbrica o una señal acústica.

El cabrestante puede desenrollar el cable para bajar el vehículo al tanque. El cabrestante puede enrollar el cable después de desenganchar el cable del vehículo para retirar el cable del interior del tanque. El cabrestante puede desenrollar, tras la finalización del proceso de inspección de tanque que comprende generar el mapa del tanque y almacenar una pluralidad de indicaciones de la métrica de calidad para la al menos una porción del tanque, el cable en el tanque. El cabrestante puede enrollar, después de que el cable se reenganche con el vehículo, el cable para retirar el vehículo del interior del tanque.

Estos y otros aspectos e implementaciones se analizan en detalle a continuación. La información anterior y la siguiente descripción detallada incluyen ejemplos ilustrativos de diversos aspectos e implementaciones, y proporcionan una visión general o marco para comprender la naturaleza y el carácter de los aspectos e implementaciones reivindicados. Los dibujos proporcionan ilustración y una comprensión adicional de los diversos aspectos e implementaciones, y se incorporan en y constituyen una parte de esta memoria descriptiva.

Breve descripción de los dibujos

No se pretende que los dibujos adjuntos estén dibujados a escala. Números de referencia y designaciones similares en los diversos dibujos indican elementos similares. Por motivos de claridad, no todos los componentes pueden estar etiquetados en cada dibujo. En los dibujos:

La figura 1 es un diagrama de bloques de un sistema de ejemplo para inspeccionar un tanque que contiene un fluido inflamable, según una implementación;

la figura 2A es una ilustración de ejemplo de un sistema que inspecciona un tanque que contiene un fluido inflamable, según una implementación;

la figura 2B es una ilustración de ejemplo de un sistema que inspecciona un tanque que contiene un fluido inflamable, según una implementación;

la figura 3 es una ilustración de ejemplo de un sistema que inspecciona un tanque que contiene un fluido inflamable, según una implementación;

la figura 4 es un diagrama de bloques de un sistema de ejemplo para facilitar una inspección de tanque;

la figura 5 es un diagrama de flujo de un método de ejemplo para inspeccionar un tanque que contiene un fluido inflamable;

la figura 6 es un diagrama de flujo de un método de ejemplo para inspeccionar un tanque que contiene un fluido inflamable;

la figura 7 es un diagrama de flujo de un método de ejemplo para inspeccionar un tanque que contiene un fluido inflamable;

la figura 8 es un diagrama de flujo de un método de ejemplo para inspeccionar un tanque que contiene un fluido inflamable;

la figura 9 es un diagrama de bloques que ilustra una arquitectura para un sistema informático que puede emplearse para implementar elementos de los sistemas, métodos y aparatos descritos e ilustrados en el presente documento, incluyendo, por ejemplo, los sistemas y aparatos representados en las figuras 1-4, y los métodos representados en las figuras 5-8.

Descripción detallada

A continuación se proporcionan descripciones más detalladas de diversos conceptos relacionados con, e implementaciones de, sistemas, métodos y aparatos para inspeccionar un tanque que contiene un fluido inflamable. Los diversos conceptos introducidos anteriormente y analizados con mayor detalle a continuación pueden implementarse de cualquiera de numerosas maneras.

Esta tecnología se refiere a sistemas, métodos y aparatos para inspeccionar un tanque que contiene un fluido inflamable. El sistema incluye un vehículo autónomo que tiene una hélice, una batería y una unidad de control. El vehículo, que usa la unidad de control, puede ser autónomo e inspeccionar de manera autónoma el tanque. Por ejemplo, un cabrestante puede bajar el vehículo al tanque usando un cable. Mientras el vehículo está bajándose a

través de la capa de vapor sobre el fluido inflamable, el vehículo puede permanecer en un estado apagado. El vehículo incluye un interruptor de presión mecánico que detecta cuándo el vehículo se ha sumergido a una profundidad predeterminada en el fluido, y luego enciende el vehículo en respuesta a estar sumergido a la profundidad deseada. El cabrestante puede bajar el vehículo al suelo del tanque, momento en el cual el cabrestante o vehículo puede detectar que el vehículo está en contacto con el suelo del tanque y desenganchar el cable del vehículo. Al bajarse al interior del fluido inflamable en el tanque, el vehículo puede desconectarse de los sistemas o componentes externos al tanque. La unidad de control del vehículo puede ordenar a la hélice que mueva el vehículo a través del fluido inflamable en el tanque. Mientras se mueve a través del tanque, la unidad de control, usando un dispositivo de determinación de distancia, puede generar un mapa del tanque. La unidad de control puede inspeccionar el tanque usando un dispositivo de inspección, y almacenar los datos recopilados. La unidad de control puede asociar los datos del dispositivo de inspección con una posición o ubicación en el mapa generado del tanque. Analizando los datos recopilados, el sistema puede determinar la integridad del tanque, tal como el grosor del suelo del tanque, o el nivel de corrosión del suelo del tanque.

Por lo tanto, los sistemas, métodos y aparatos de esta solución técnica pueden realizar una inspección de tanque sin vaciar o drenar un fluido inflamable del tanque antes de inspeccionar el tanque, mejorando de este modo la eficiencia y seguridad del proceso de inspección de tanque, ahorrando tiempo y utilizando menos recursos. Al realizar la inspección del tanque sin vaciar el fluido inflamable, la tecnología permite inspecciones del tanque más frecuentes, lo que puede facilitar la detección temprana de fallos del tanque, una predicción más precisa de cuándo puede fallar el tanque, una previsión de la integridad del tanque predicha.

Con referencia ahora a la figura 1, se muestra un diagrama de bloques de un sistema de ejemplo para inspeccionar un tanque que contiene un fluido inflamable, según una implementación. El sistema 100 puede incluir un vehículo 101 y un sistema 102 de inspección de tanque autónomo para realizar una inspección de tanque autónoma. El sistema 102 de inspección de tanque autónomo ("ATIS") puede incluir al menos una unidad 104 de control, al menos una batería 114, al menos un sensor 116, al menos una hélice 118, al menos un dispositivo 120 de determinación de distancia, al menos un dispositivo 122 de inspección, al menos un mecanismo 124 de pestillo, o al menos un repositorio 126 de recursos del vehículo. El repositorio 126 de recursos del vehículo puede almacenar software o datos asociados con el vehículo, incluyendo programas, instrucciones o datos recopilados por los sensores 116. El ATIS 102 puede incluir hardware o una combinación de hardware y software, tales como buses de comunicaciones, circuitos, procesadores, interfaces de comunicaciones, entre otros. El sistema 102 de inspección de tanque autónomo puede residir en o dentro de un vehículo 101 correspondiente.

Cada uno de los componentes del ATIS 102 puede implementarse usando hardware o una combinación de software y hardware. Cada componente del ATIS 102 puede incluir circuitos lógicos (por ejemplo, una unidad central de procesamiento o CPU) que responden a y procesan una o más instrucciones extraídas de una unidad de memoria (por ejemplo, memoria, dispositivo de almacenamiento o repositorio 126 de recursos del vehículo). Cada componente del ATIS 102 puede incluir o usar un microprocesador o un procesador multinúcleo. Un procesador multinúcleo puede incluir dos o más unidades de procesamiento en un único componente informático. Cada componente del ATIS 102 puede basarse en cualquiera de estos procesadores, o en cualquier otro procesador capaz de funcionar como se describe en el presente documento. Cada procesador puede utilizar paralelismo de nivel de instrucción, paralelismo de nivel de hilo, diferentes niveles de memoria caché, etc. Por ejemplo, el ATIS 102 puede incluir al menos un dispositivo lógico tal como un dispositivo informático o servidor que tiene al menos un procesador.

Los componentes o elementos del ATIS 102 pueden ser uno o más componentes separados, un único componente o una porción del ATIS 102. Por ejemplo, la unidad 104 de control (o los otros componentes del ATIS 102) puede incluir una o más combinaciones de hardware y software, tal como uno o más procesadores configurados para iniciar comandos de parada, iniciar comandos de movimiento y transmitir o recibir datos de temporización. El uno o más componentes pueden funcionar individualmente externos al ATIS 102.

El uno o más componentes del ATIS 102 pueden estar alojados en o dentro de un vehículo 101. Los componentes del ATIS 102 pueden estar conectados o acoplados comunicativamente entre sí. La conexión entre los diversos componentes del ATIS 102 puede ser cableada o inalámbrica, o cualquier combinación de las mismas.

El vehículo 101 puede incluir el sistema 102 de inspección de tanque autónomo ("ATIS") para inspeccionar el tanque que contiene un fluido inflamable. El vehículo 101 puede incluir un accionador que bloquea o desbloquea un pestillo usando un mecanismo 124 de pestillo. El vehículo 101 puede incluir un transductor para transmitir una pluralidad de señales acústicas. El vehículo 101 puede construirse usando uno o más materiales que incluyen acero, acero inoxidable, aluminio, hierro, vidrio, caucho, plástico o titanio. El vehículo 101 puede incluir una o más ruedas y una o más hélices. Las ruedas pueden construirse con uno o más materiales similares al vehículo 101. Las ruedas pueden estar diseñadas como rueda estándar/fija, rueda orientable, rueda de bolas, rueda Omni, rueda Mecanum u oruga continua. El vehículo 101 puede realizar una o más tareas por la unidad 104 de control. Puede hacerse referencia al tanque, el fluido inflamable o el cable en la figura 2A-B o la figura 3.

En algunas implementaciones, el vehículo 101 puede conectarse a un cable usando un mecanismo 124 de pestillo, que puede usarse para bajar el vehículo 101 a través de una abertura del tanque a través de una capa de vapor dentro del tanque y encima del fluido inflamable. El vehículo 101 puede desenganchar el cable después de que el vehículo

se sumerja al menos parcialmente en el fluido inflamable. El vehículo 101 puede entonces sellarse en el tanque, en respuesta a la retirada del cable del tanque y al cierre de la tapa del tanque. El vehículo 101 puede iniciar y realizar un proceso 134 de inspección de tanque, por medio de la unidad 104 de control, bajo la energía de la batería 114.

En algunas implementaciones, el vehículo 101 puede incluir una o más hélices 118 que pueden accionarse por un motor, pero no incluye ninguna rueda. Las ruedas pueden estar ausentes del vehículo 101 porque la una o más hélices pueden propulsar o mover el vehículo 101 a través del fluido inflamable en el tanque. El vehículo 101 puede incluir una o más ruedas accionadas por un motor. En algunos casos, el vehículo 101 puede incluir ruedas pero no un motor para accionar las ruedas. Por ejemplo, las ruedas pueden no ser accionadas por motor porque la hélice 118 puede propulsar o mover el vehículo 101 a través del fluido inflamable en el tanque. El vehículo 101 puede incluir uno o más ventiladores (por ejemplo, ventilador soplador o ventilador axial) o disipadores de calor dentro del cuerpo que pueden enfriar, reducir, mantener o gestionar de otro modo una temperatura de los componentes físicos del ATIS 102.

En algunas implementaciones, el vehículo 101 puede funcionar en una o más orientaciones. Las orientaciones que indican una inclinación del vehículo 101, por ejemplo, una inclinación de 30 grados o una inclinación de 180 grados (por ejemplo, orientación al revés). La una o más ruedas pueden estar ubicadas en la parte delantera, trasera, lateral o inferior del vehículo, por ejemplo. El vehículo 101 puede incluir una o más ruedas en una o más superficies del vehículo 101, por ejemplo, las ruedas pueden incluirse en la parte superior del vehículo 101 que pueden mover el vehículo 101 durante una orientación invertida o al revés. El vehículo 101 puede configurar la una o más ruedas ubicadas en la una o más superficies basándose en la orientación del vehículo 101.

El vehículo 101 puede recubrirse con una solución no inflamable o un aislante. La solución no inflamable o el aislante puede aplicarse mediante recubrimiento por pulverización, recubrimiento de pintura, unión o cubierta de lámina. La solución no inflamable puede incluir vidrio, lana mineral, yeso o magnesio. El aislante puede incluir fibra de vidrio, poliuretano, arcilla o caucho de terpolímero de etileno propileno dieno ("EPDM"). El vehículo 101 puede recubrirse con solución no inflamable y aislante unidos o fusionados para formar una capa protegida. La solución no inflamable y el aislante pueden seleccionarse basándose en el fluido inflamable contenido dentro del tanque. El vehículo 101 puede incorporar la capa protegida para un entorno inflamable, por ejemplo, el vehículo puede sumergirse en el tanque que contiene fluido inflamable. El vehículo 101 puede recubrirse adicionalmente con una solución resistente al agua que incluye repelente al agua duradero ("DWR"). El vehículo 101 recubierto con DWR puede ser hidrófobo, lo que puede evitar que el fluido entre en el vehículo 101. El uno o más recubrimientos del vehículo 101 pueden recubrirse en el exterior del vehículo 101 o incrustarse en el vehículo 101 que contiene el ATIS 102. El vehículo 101 puede funcionar en un entorno suave, por ejemplo, por debajo de la temperatura de congelación o por encima de la temperatura de ebullición. El vehículo 101 puede funcionar en un entorno sumergido o en un entorno seco, de manera que realice una inspección de tanque en servicio sumergiendo el vehículo 101 bajo el fluido inflamable, por ejemplo. El vehículo 101 puede volver a recubrirse basándose en la solubilidad del recubrimiento expuesto al fluido inflamable. Sin embargo, en algunos casos, el vehículo 101 puede no recubrirse con una solución no inflamable o aislante y realizar una inspección de tanque en servicio debido a que el vehículo 101 usa una batería, un cable y permanece apagado a medida que el vehículo 101 atraviesa una capa de vapor y hasta que está completamente sumergido en el fluido inflamable.

El vehículo 101 puede construirse para evitar chispas o descargas electrostáticas. El vehículo 101 puede construirse con una o más capas aisladas para evitar chispas o descargas electrostáticas. La una o más capas aisladas pueden incluir una capa de protección contra chispas, que puede ser, por ejemplo, una capa de caucho entre una o más capas de aceros, evitando la colisión accidental entre las capas de acero que puede provocar una chispa. El vehículo 101 puede estar equipado con una herramienta antichispas o al menos una herramienta antiestática. La herramienta antichispas puede caracterizarse por la falta de metales ferrosos, incluyendo acero o hierro, lo que puede evitar la ignición de chispas en ciertas condiciones. El vehículo 101 y el ATIS 102 pueden conectarse a tierra mediante la herramienta antiestática, lo que puede evitar la acumulación de electricidad estática para provocar una ignición. El vehículo 101 puede equipar la herramienta antichispas o la herramienta antiestática para funcionar dentro del tanque que contiene el fluido inflamable, lo que puede evitar que el vehículo 101 encienda chispas causadas por la molienda de una o más capas del vehículo 101 o la acumulación de descarga electrostática causada por la batería 114 que suministra energía al ATIS 102, por ejemplo. El vehículo 101 puede incluir un alojamiento para el uno o más componentes del ATIS 102, que puede construirse usando materiales similares al vehículo 101. Sin embargo, la conexión a tierra del vehículo a un cable de lanzamiento y recuperación en el momento del despliegue o la recuperación puede descargar suficientemente cualquier carga electrostática, y el vehículo 101 puede no construirse adicionalmente con capas de aislamiento u otros recubrimientos o capas para mitigar las chispas.

El vehículo 101 puede apagarse o entrar en un estado de baja potencia o estado de espera a medida que el vehículo cruza la capa de vapor (o espacio de vapor) por encima de la superficie del fluido inflamable. El vehículo 101 puede encenderse o entrar en un estado activo después de que el vehículo esté completamente sumergido (o al menos parcialmente sumergido) en el fluido inflamable. Por ejemplo, el vehículo 101 puede permanecer apagado hasta que el vehículo 101 esté a una cierta distancia umbral debajo de la superficie del fluido inflamable (por ejemplo, 1 metro, 2 metros, 3 metros, 4 metros o más). El vehículo 101 puede configurarse con un interruptor de presión que puede encender automáticamente el vehículo en respuesta a la detección de que el vehículo 101 se ha sumergido completamente en la distancia umbral.

El vehículo 101 puede funcionar en un entorno inflamable denso. El entorno inflamable denso puede incluir etanol,

gasolina (petróleo), diésel, aceite o combustible para reactores. El vehículo 101 puede mantener una temperatura inferior a la temperatura ambiente, una temperatura de autoignición o un punto de inflamación. La temperatura de autoignición puede indicar un punto de temperatura en el que una sustancia puede encenderse en atmósfera normal sin una fuente externa de ignición. El punto de inflamación puede indicar la temperatura más baja a la que los vapores del material se mantendrán ardiendo después de que se retire una fuente de ignición. Por ejemplo, la gasolina puede incluir una temperatura de autoignición de 280 grados Celsius y un punto de inflamación de 43 grados Celsius. El vehículo 101 puede usar un sensor de temperatura del ATIS 102 para indicar la temperatura del vehículo 101, de manera que el vehículo 101 puede iniciar una condición de funcionamiento cuando la temperatura exceda cierto umbral, por ejemplo. La condición de funcionamiento puede disminuir la velocidad de la hélice 118, parar el vehículo 101 o detener el funcionamiento del vehículo 101. El vehículo 101 puede determinar la velocidad de la hélice 118 o el tiempo de inspección, basándose en la densidad del entorno inflamable denso. Por ejemplo, un vehículo sumergido en gasolina puede determinar una primera velocidad de una o más hélices configuradas para una densidad de 750 kg/m³, y un segundo vehículo similar al primer vehículo sumergido en diésel puede determinar una segunda velocidad, más rápida que la primera velocidad, de una o más hélices configuradas para una densidad de 830 kg/m³.

El vehículo 101 puede monitorizar la temperatura del vehículo 101 para facilitar el desplazamiento seguro a través de la capa de vapor. El vehículo 101 puede permitir o tolerar una temperatura más alta cuando está completamente sumergido en el fluido inflamable en comparación con cuando el vehículo 101 atraviesa la capa de vapor situada por encima del fluido inflamable durante las operaciones de despliegue o recuperación. Por ejemplo, el vehículo 101 puede permitir o tolerar una temperatura que puede ser mayor que el punto de inflamación del fluido inflamable en el tanque mientras el vehículo 101 está completamente sumergido en el fluido inflamable. Sin embargo, a medida que se inicia el proceso de despliegue, el vehículo 101 puede reducir o controlar de otro modo la temperatura del vehículo 101 de manera que la temperatura del vehículo 101 caiga por debajo de una temperatura umbral o deseada antes de que el vehículo 101 atraviese la capa de vapor durante la recuperación. En algunos casos, el vehículo 101 puede mantener la temperatura del vehículo 101 por debajo del punto de inflamación del espacio de vapor o capa de vapor incluso mientras el vehículo está completamente sumergido. En algunos casos, el vehículo 101 puede

El vehículo 101 puede determinar, basándose en la unidad 104 de control usando un programa 138 de diagnóstico, un mal funcionamiento de uno o más componentes del ATIS 102, que puede basarse en una señal recibida de los componentes o una señal eléctrica discontinua a los componentes. El vehículo 101 puede determinar además usar un componente diferente, basándose en los componentes defectuosos, para continuar inspeccionando el tanque, por ejemplo, el vehículo 101 puede determinar, basándose en una hélice 118 defectuosa debido a que la hélice 118 no recibe energía, continuar la inspección del tanque usando una o más ruedas para accionar el vehículo 101, si el vehículo 101 está configurado con una hélice 118 y ruedas, por ejemplo.

La batería 114 puede proporcionar energía al vehículo 101 y los componentes del ATIS 102. La batería 114 puede estar incrustada o unida al vehículo 101. La batería 114 puede incluir un tipo recargable o no recargable que incluye una batería alcalina, una batería de níquel-cadmio, una batería de níquel-hidruro metálico, una batería de iones de litio o una batería de plomo-ácido. La batería 114 puede recargarse usando una interfaz 106 de la unidad 104 de control del ATIS 102. El vehículo 101 o la batería 114 pueden estar equipados con un sensor de temperatura. El sensor de temperatura puede determinar la temperatura de la batería 114, que puede indicar una disipación térmica de la batería 114. El vehículo 101 o ATIS 102 puede usar la temperatura medida o detectada de la batería 114 para iniciar o cambiar una condición de funcionamiento asociada con el vehículo 101, ATIS 102, proceso de inspección de tanque o programa de control adecuado. Las condiciones de funcionamiento pueden incluir, por ejemplo, una condición de salida, una condición de espera, un estado de baja potencia, un estado de enfriamiento o un estado de alto rendimiento. Por ejemplo, el programa 138 de diagnóstico puede acceder a la información de temperatura de la batería 114 e iniciar el estado de enfriamiento basándose en que la temperatura alcance una temperatura umbral establecida por el ATIS 102 o iniciar la condición de espera basándose en que la temperatura exceda la temperatura umbral en una cantidad predeterminada. La cantidad predeterminada puede configurarse antes de que el vehículo 101 inicie el proceso 134 de inspección de tanque.

La batería 114 puede estar incrustada dentro de un alojamiento, que puede construirse con materiales similares al vehículo. La batería 114 puede disipar calor en el alojamiento, de manera que el alojamiento puede disipar el calor de la batería 114. El alojamiento de la batería 114 puede incluir un sensor de temperatura, que puede indicar la temperatura del alojamiento. La temperatura del alojamiento puede usarse para iniciar o cambiar una condición de funcionamiento al exceder un umbral de temperatura del programa 138 de diagnóstico. El umbral de temperatura puede determinarse o establecerse basándose en el tipo de fluido inflamable, tal como etanol, gasolina (petróleo), diésel o combustible para reactores, una dimensión del tanque, la construcción del vehículo 101 o una ubicación del tanque.

La batería 114 puede proporcionar una indicación de la potencia disponible para la unidad 104 de control, que puede usarse por el programa 138 de diagnóstico. La indicación de la potencia disponible puede usarse para determinar una condición de funcionamiento mediante el programa 138 de diagnóstico de la unidad 104 de control. Por ejemplo, la potencia disponible puede usarse para determinar un ajuste de velocidad de la hélice 118, de modo que el ATIS 102 funciona en un estado de alto rendimiento antes de alcanzar un primer umbral de potencia, funciona en un estado de baja potencia basándose en alcanzar el primer umbral de potencia, o ejecuta la condición de salida basándose en que la potencia disponible alcanza un segundo umbral de potencia inferior al primer umbral de potencia.

Los sensores 116 pueden incluir un sensor de proximidad, un sensor táctil, un acelerómetro, sensores de velocidad angular, giroscopios, sensor de velocidad, sensor de par, sensor de presión, sensor de temperatura, sensor de luz, sensor de carga eléctrica, sensor de corriente eléctrica, sensor electrostático, sensor de posición, sensor de inclinación, sensor de cabeceo, balanceo y rumbo, u odómetro. Los sensores 116 pueden estar conectados a la batería 114. Los sensores 116 pueden estar unidos al vehículo 101 o incrustados dentro del vehículo 101 tal como en la parte delantera, trasera, por encima, lateral o por debajo del vehículo 101. Los sensores 116 pueden recopilar una o más informaciones del vehículo 101 o del ATIS 102, incluyendo la velocidad del vehículo, el par de la hélice, la temperatura de los componentes, la distancia de desplazamiento del vehículo o información táctil del vehículo. El vehículo 101 puede determinar el estado del vehículo (por ejemplo, aceleraciones, velocidad angular, actitud y rumbo, profundidad o posición). Los sensores 116 pueden proporcionar datos o mediciones a la unidad 110 de navegación, que pueden determinar el estado del vehículo 101 (por ejemplo, aceleraciones, velocidad angular, actitud y rumbo, profundidad o posición).

El vehículo 101 puede incluir un interruptor 140 de presión. El interruptor de presión puede estar diseñado, construido o configurado para cerrar un contacto eléctrico cuando se ha alcanzado una determinada presión de fluido establecida en su entrada. El interruptor 140 de presión puede configurarse para hacer contacto ya sea en el aumento de presión o en la caída de presión. El interruptor 140 de presión puede detectar fuerza mecánica. El interruptor 140 de presión puede configurarse con varios tipos de elementos de detección para detectar o sentir la presión. Por ejemplo, el interruptor 140 de presión puede incluir una cápsula, fuelle, tubo de Bourdon, diafragma o elemento de pistón que se deforma o desplaza proporcionalmente a la presión aplicada o detectada. El elemento de detección de presión del interruptor 140 de presión puede estar dispuesto para responder a una diferencia de dos presiones. El movimiento resultante puede aplicarse directamente, o a través de palancas amplificadoras, a un conjunto de contactos de conmutación para alimentar el vehículo 101 o la unidad 104 de control cerrando un circuito electrónico entre la unidad 104 de control y la batería 114.

El interruptor 140 de presión puede configurarse para funcionar en fluido inflamable al tener un recinto para evitar que un arco en los contactos encienda el gas circundante. El recinto del interruptor puede estar formado por un material que puede ser no inflamable, resistente a la intemperie, resistente a la corrosión o sumergible.

El interruptor 140 de presión cierra un contacto eléctrico para alimentar la unidad 104 de control en respuesta a la detección de una presión umbral. La presión umbral puede corresponder a que el vehículo 101 esté sumergido al menos 1 metro, 2 metros, 3 metros o más en un fluido. El interruptor 140 de presión puede diseñarse, construirse u operar para detectar la profundidad basándose en una densidad conocida del fluido. La presión puede determinarse basándose en $P = \text{altura} \times \text{densidad} \times \text{aceleración de la gravedad}$. La presión umbral puede establecerse basándose en la determinación de la profundidad deseada a la que va a encenderse la unidad 104 de control (por ejemplo, 1 metro, 2 metros, 3 metros o más), la densidad del fluido (por ejemplo, $0,7 \text{ kg/m}^3$ y la gravedad (por ejemplo, $9,8 \text{ m/s}^2$). El interruptor 140 de presión está configurado para encender la unidad 104 de control en respuesta a la detección de la presión umbral.

Los sensores 116 del vehículo 101 pueden incluir un sensor de nivel de combustible. En algunos casos, el vehículo 101 puede derivar o determinar el nivel de combustible a través de un sensor de nivel de combustible externo o no usando un sensor de nivel de combustible separado. Por ejemplo, el vehículo 101 puede derivar el nivel de combustible basándose en su profundidad y altitud por encima del suelo. En otro ejemplo, el vehículo 101 puede recibir la información del nivel de combustible desde una fuente externa (por ejemplo, comprobando los medidores de nivel mecánicos instalados en o sobre un tanque) antes del despliegue en el tanque de los medidores de nivel mecánicos habitualmente instalados en tanques. El vehículo 101 puede determinar el nivel de combustible basándose en la densidad del fluido inflamable, el sensor de presión en el vehículo y un sensor de velocidad acústico (que puede proporcionar altitud por encima del suelo). El vehículo 101 puede determinar la profundidad y altitud basándose en la presión, que puede indicar el nivel de líquido. En algunos casos, el vehículo 101 puede determinar el nivel de combustible a partir de un indicador configurado en el tanque.

La información identificada por el sensor 116 puede almacenarse en los datos recopilados 132 dentro del repositorio 126 de recursos del vehículo, al que puede acceder la unidad 104 de control. El sensor 116 puede realizar una operación por la unidad 104 de control. La operación puede incluir la selección del sensor, la iniciación del sensor o la desactivación del sensor. La selección de sensor puede seleccionar un sensor 116 de múltiples sensores basándose en uno o más comandos que va a ejecutar la unidad 104 de control. La iniciación del sensor puede activar al menos un sensor 116 para realizar uno o más comandos, y la desactivación del sensor puede desactivar al menos un sensor 116 al completar uno o más comandos. Por ejemplo, la iniciación y desactivación del sensor puede incluir seleccionar el sensor de proximidad para identificar la obstrucción dentro del tanque para evitar colisiones, activar el sensor 116 para obtener datos de proximidad del tanque y desactivar el sensor 116 al almacenar los datos recopilados en el repositorio de datos, indicando la finalización de uno o más comandos.

La información de los sensores 116 puede configurar o determinar una pluralidad de ajustes para uno o más componentes del ATIS 102, por ejemplo, usando el sensor de temperatura para determinar una condición de funcionamiento del vehículo 101. El sensor de temperatura puede incluirse en o sobre la batería 114, la hélice 118 o una o más porciones del vehículo 101 para determinar la información de temperatura, en donde la información de temperatura puede almacenarse en los datos recopilados 132. El sensor de temperatura puede detectar cambios en la temperatura basándose en cambios en la una o más sustancias del sensor de temperatura, los cambios en la

sustancia pueden ser una expansión o contracción del mercurio dentro del recipiente del sensor 116. La unidad 104 de control puede acceder a la información de temperatura ejecutando el programa 138 de diagnóstico para determinar una condición de funcionamiento del uno o más componentes del sistema 100. El programa 138 de diagnóstico puede determinar cambiar la condición de funcionamiento basándose en que la temperatura alcance un primer umbral, o iniciar la condición de funcionamiento basándose en que la temperatura alcance un segundo umbral, por ejemplo, el programa 138 de diagnóstico, que inicia el estado de baja potencia, disminuye la velocidad de la hélice basándose en que la temperatura de la batería 114 alcance el primer umbral e inicia la condición de salida para detener la ejecución por el vehículo 101 de un comando basándose en que la batería 114 alcance el segundo umbral.

Los sensores 116 y el dispositivo 120 de determinación de distancia proporcionan datos usados por la unidad 110 de navegación para determinar la posición del vehículo 101 a medida que se mueve a lo largo de su trayectoria deseada en el tanque 202. La unidad 110 de navegación puede determinar o configurar la ruta de navegación usando los sensores 116. El sensor de proximidad puede estar unido o incrustado en la parte delantera del vehículo 101 para detectar un objeto cercano para evitar colisiones sin contacto físico con el objeto. El sensor de proximidad puede emitir un haz acústico o haz de radiación electromagnética (por ejemplo, un sistema de telemetría láser) y medir el tiempo de desplazamiento para determinar la presencia de uno o más objetos, que pueden denominarse uno o más objetivos. Por ejemplo, la unidad 110 de navegación, basándose en la obstrucción que detecta el sensor de proximidad en las proximidades del vehículo 101, puede maniobrar en respuesta el vehículo 101 para evitar colisiones. Una combinación de mediciones de los sensores 116 y el dispositivo 120 de determinación de distancia puede usarse para determinar la posición del vehículo a lo largo del tiempo y generar un mapa del tanque. Por ejemplo, el dispositivo 120 de determinación de distancia puede determinar la posición del vehículo 101 con respecto al lateral del tanque. El dispositivo 120 de determinación de distancia puede usar sensores 116, u otros sensores, para la navegación por estima (por ejemplo, el proceso de determinación de la posición del vehículo 101 estimando la dirección y la distancia recorrida). En algunos casos, el sensor 116, tal como el odómetro, puede usarse para determinar la distancia total recorrida por el vehículo 101. La distancia total puede usarse para generar un mapa del tanque, determinar una eficiencia de operación de la inspección del tanque, determinar un valor de utilización de recursos de la inspección del tanque, o una cantidad de energía consumida por el vehículo 101 durante el proceso de inspección del tanque. El sensor 116, tal como un sensor de corriente eléctrica, puede usarse para determinar un estado del mecanismo 124 de pestillo del vehículo 101 que acopla un cable al vehículo 101. El estado del mecanismo 124 de pestillo puede indicar el enganche del cable al vehículo 101, que puede basarse en el flujo de corriente del mecanismo 124 de pestillo detectado por el sensor 116. El sensor 116 puede detectar un primer estado del mecanismo 124 de pestillo y un segundo estado del mecanismo 124 de pestillo del vehículo 101 en el fluido inflamable. Por ejemplo, el primer estado puede ser el estado conectado del mecanismo 124 de pestillo y el segundo estado puede ser el estado desconectado del mecanismo 124 de pestillo.

Los sensores 116 pueden proporcionar información del nivel de combustible usando el sensor del nivel de combustible integrado en o sobre el vehículo 101 que indica una cantidad de combustible que queda en el tanque durante la inspección. El sensor de nivel de combustible puede incluir un flotador, una varilla de accionamiento y una resistencia, que puede proporcionar una señal que indica la cantidad de combustible que reside en el tanque. El sensor de nivel de combustible en el vehículo 101 puede proporcionar información para determinar un nivel de inmersión del vehículo 101. El nivel de inmersión puede usarlo la unidad 104 de control para iniciar el programa 138 de diagnóstico. El sensor de nivel de combustible puede usarse para determinar o configurar una condición de funcionamiento basándose en la dimensión del tanque. Los sensores 116 pueden determinar la información de inclinación usando el sensor de inclinación, que indica la orientación del vehículo 101. El sensor de inclinación puede usarlo la unidad 104 de control para evitar la desorientación del vehículo 101. La desorientación puede referirse a que el vehículo 101 está al revés, u orientado de otro modo en una dirección incorrecta o errónea.

La hélice 118 puede incluir una hélice de paso controlable, una hélice de doble inclinación, una hélice modular o una hélice Voith Schneider. La hélice 118 puede conectarse a la batería 114. La hélice 118 puede usar el uno o más sensores 116 para determinar una o más informaciones de hélice que incluyen una velocidad de hélice, un par de hélice o una temperatura del motor de hélice. La información de la hélice puede almacenarse dentro de los datos recopilados 132 del repositorio 126 de recursos del vehículo. La hélice 118 puede ejecutar uno o más comandos por la unidad 110 de navegación de la unidad 104 de control usando el programa 128 de control de hélice almacenado en el repositorio 126 de recursos del vehículo, que puede basarse en una ejecución de un programa 138 de diagnóstico. La unidad 104 de control puede aumentar o disminuir la velocidad de la hélice 118 para ajustar la velocidad del vehículo 101, o cambiar la orientación de la hélice 118 para ajustar la dirección del vehículo 101. La unidad 104 de control puede ajustar la velocidad u orientación del vehículo en respuesta a o basándose en los resultados de ejecutar el programa 138 de diagnóstico, o una ubicación del vehículo 101 en el mapa del tanque. En algunos casos, la unidad 104 de control puede desactivar o apagar la hélice 118 en respuesta a los resultados de ejecutar el programa 138 de diagnóstico. Por ejemplo, el programa 138 de diagnóstico puede identificar un fallo de un componente o una condición de funcionamiento no deseada. La unidad 104 de control, basándose en el fallo o la condición de funcionamiento, puede determinar no proporcionar potencia a la hélice 118. En su lugar, la unidad 104 de control puede determinar volver a ejecutar el programa 138 de diagnóstico una o más veces hasta que se haya detectado una condición de funcionamiento satisfactoria.

La hélice 118 puede usarse para girar o mover el vehículo 101 a través del fluido inflamable en el tanque en una o más direcciones basándose en la unidad 110 de navegación usando el programa 128 de control de hélice. La hélice

118 puede configurarse con una condición de funcionamiento para aumentar o disminuir la velocidad de la hélice. En algunos casos, la hélice 118 puede configurarse por el programa 138 de diagnóstico para operar en un estado de baja potencia basándose en la cantidad de potencia o energía que queda en la batería 114. La hélice 118 puede funcionar en un estado de enfriamiento, basándose en la información de temperatura de la batería 114 o la hélice 118. En algunos casos, la unidad 104 de control puede configurarse con una condición de espera en donde la unidad 104 de control para la hélice 118 en respuesta a una condición (tal como acumulación de calor o acumulación de carga electrostática detectada por un sensor 116).

El dispositivo 120 de determinación de distancia puede incluir un sensor de choque, un sensor de infrarrojos, un sensor ultrasónico, un sensor láser o un sensor de radar. El dispositivo 120 de determinación de distancia puede controlarse, instruirse o gestionarse por la unidad 108 de mapeo de la unidad 104 de control para ejecutar uno o más comandos de mapeo. El dispositivo 120 de determinación de distancia puede conectarse a la batería 114. El dispositivo 120 de determinación de distancia puede proporcionar datos a la unidad 108 de mapeo para generar o actualizar un mapa del tanque basándose en información del uno o más componentes del dispositivo 120 de determinación de distancia. El dispositivo 120 de determinación de distancia puede recopilar datos usados para generar o actualizar el mapa del tanque basándose en el vehículo 101 que atraviesa una pluralidad de porciones del tanque. El dispositivo 120 de determinación de distancia puede determinar, mantener o actualizar una posición del vehículo 101. El dispositivo 120 de determinación de distancia puede configurarse por la unidad 108 de mapeo de la unidad 104 de control, por ejemplo, para actualizar la posición del vehículo 101. El mapa del tanque generado por el dispositivo 120 de determinación de distancia puede incluirse, almacenarse, mantenerse y actualizarse dentro de un mapa 130 de tanque del repositorio 126 de recursos del vehículo. La unidad 108 de mapeo puede usar información obtenida de cualquier sensor 116 u otras fuentes para generar el mapa, incluyendo, pero sin limitarse a, por ejemplo, el dispositivo 120 de determinación de distancia y los sensores 116.

El dispositivo 120 de determinación de distancia puede incluir o usar el sensor de radar para medir la distancia entre el vehículo 101 y el recinto del tanque usando ondas de radio con una antena. La antena puede transmitir las ondas de radio y recibir una reflexión de las ondas de radio, la reflexión de las ondas de radio puede indicar el recinto del tanque, lo que puede indicar la dimensión del tanque. La dimensión del tanque puede almacenarse dentro del mapa 130 de tanque. El dispositivo 120 de determinación de distancia puede usar el sensor ultrasónico para medir la distancia entre el vehículo 101 y el recinto del tanque. El sensor ultrasónico puede incluir un elemento ultrasónico tanto para la emisión como para la recepción de ondas ultrasónicas, el elemento ultrasónico puede emitir las ondas ultrasónicas, iniciar un temporizador, recibir las ondas ultrasónicas y detener el temporizador. El sensor ultrasónico puede ejecutar una técnica de medición de distancia para determinar la distancia entre el vehículo 101 y el recinto del tanque. El dispositivo 120 de determinación de distancia puede generar el mapa 130 de tanque basándose en ondas acústicas reflejadas por una o más porciones del tanque, las ondas acústicas generadas por los uno o más sensores del dispositivo 120 de determinación de distancia.

El dispositivo 122 de inspección puede incluir un sensor magnético, una matriz de sensores magnéticos, un sensor ultrasónico, un sistema de matriz ultrasónica, un sistema de matriz en fase ultrasónica o un dispositivo de barrido. El dispositivo 122 de inspección puede estar conectado a la batería 114. El dispositivo 122 de inspección puede configurarse por la unidad 112 de inspección de la unidad 104 de control para ejecutar uno o más comandos. El dispositivo 122 de inspección puede inspeccionar el tanque para realizar mediciones de métricas de calidad, tales como mediciones relacionadas con el grosor o nivel de corrosión de una porción del tanque. El dispositivo 122 de inspección puede iniciar un proceso 134 de inspección de tanque para realizar mediciones de métricas de calidad para porciones del tanque. El proceso 134 de inspección de tanque, que puede recuperarse del repositorio 126 de recursos del vehículo, que puede ser posterior a la generación de una porción de un mapa 130 de tanque. El proceso 134 de inspección de tanque puede basarse en el resultado del programa 138 de diagnóstico. El ATIS 102 puede almacenar la porción inspeccionada del tanque dentro del mapa 130 de tanque en el repositorio 126 de recursos del vehículo. El dispositivo 122 de inspección puede determinar una métrica 136 de calidad de una porción del tanque. La métrica 136 de calidad puede incluir o indicar el grosor de una porción del tanque, o un nivel de corrosión de una porción del tanque. El vehículo 101 puede determinar y almacenar la métrica 136 de calidad en el repositorio 126 de recursos del vehículo. El dispositivo 122 de inspección puede ejecutar el proceso 134 de inspección en respuesta a la identificación de que una porción del mapa 130 de tanque aún no se ha inspeccionado. Sin embargo, el dispositivo 122 de inspección puede determinar no ejecutar el proceso 134 de inspección en respuesta a la identificación de que la porción del mapa 130 de tanque ya se ha inspeccionado, reduciendo así el consumo de recursos informáticos y energéticos por el vehículo 101.

El dispositivo 122 de inspección puede usar el sensor magnético o la matriz de sensores magnéticos para determinar el grosor del suelo del tanque. El sensor magnético puede incluir una o más bobinas o uno o más conductores que pueden generar un campo magnético. El dispositivo 122 de inspección puede inducir bucles de corriente eléctrica en una o más porciones del tanque correspondientes a una primera posición del vehículo 101 en el mapa 130 de tanque (por ejemplo, como se ilustra en la figura 3). La posición puede referirse a una región, área o sección del tanque. La unidad 104 de control puede proporcionar instrucciones u órdenes al dispositivo 122 de inspección para hacer que el dispositivo 122 de inspección modifique la magnitud, intensidad o duración del campo magnético generado por los conductores. Por ejemplo, la unidad 104 de control, que ejecuta el proceso 134 de inspección, puede generar comandos de control y emitir los comandos al dispositivo 122 de inspección.

El dispositivo 122 de inspección puede detectar o medir valores correspondientes a los bucles inducidos de corriente eléctrica en una o más porciones del tanque. Los valores medidos pueden corresponder a una propiedad del campo magnético, tal como una magnitud, intensidad o tiempo de disminución, y pueden almacenarse en los datos recopilados 132 del repositorio 126 de recursos del vehículo. La unidad 104 de control puede recibir los valores detectados o medidos desde el dispositivo 122 de inspección y procesar los valores para determinar una métrica de calidad. La unidad 104 de control puede almacenar los valores recibidos como datos recopilados 132 para su futuro procesamiento por el ATIS 102 o un sistema de procesamiento de datos externo. Para procesar los valores, la unidad 112 de inspección puede usar una tabla de grosores (por ejemplo, almacenada en el repositorio 126 de recursos del vehículo) para convertir los valores medidos asociados con el campo de magnitud en el grosor del suelo del tanque, que puede almacenarse en la estructura 136 de datos de métrica de calidad.

El vehículo 101 puede incluir un dispositivo de barrido para eliminar los residuos que podrían afectar negativamente a las mediciones relacionadas con la métrica de calidad. Por ejemplo, el dispositivo de barrido puede retirar sustancias entre el recinto del tanque y el dispositivo 122 de inspección (o sensores 116). El vehículo 101 puede medir valores después del barrido para obtener una medición precisa. El vehículo 101 puede medir valores antes y después del barrido para determinar la variación o el impacto en la medición causada por los residuos.

El dispositivo 122 de inspección puede generar corrientes parásitas pulsadas para determinar la métrica 136 de calidad. El dispositivo 122 de inspección puede incluir una sonda de corrientes parásitas pulsadas para determinar un grosor o una corrosión del suelo del tanque usando la corriente parásita pulsada. El campo magnético puede penetrar a través de una o más capas o construcciones del suelo del tanque y estabilizarse en la capa del suelo del tanque. La corriente eléctrica generada por el dispositivo 122 de inspección puede desactivarse para provocar una caída en el campo magnético, lo que da como resultado corrientes parásitas que aparecen en las capas del suelo del tanque y que disminuyen de intensidad con el tiempo. La sonda de corrientes parásitas pulsadas puede usarse para monitorizar la disminución de la corriente parásita, la disminución puede determinar el grosor del suelo del tanque. La magnitud de la corriente eléctrica en un bucle dado puede ser proporcional a la intensidad del campo magnético, al área del bucle y a la velocidad de cambio del flujo, e inversamente proporcional a la resistividad de un material.

En algunas implementaciones, el dispositivo 122 de inspección puede generar corrientes parásitas de matriz a lo largo de una matriz de bobinas para determinar la métrica 136 de calidad en una porción del tanque correspondiente a una segunda posición del vehículo 101 en el mapa 130 de tanque. La segunda posición puede referirse en la figura 3. Puede inyectarse una corriente alterna en la bobina del dispositivo 122 de inspección para crear un campo magnético. El dispositivo 122 de inspección puede colocarse sobre el suelo del tanque para generar una o más corrientes alternas opuestas. El dispositivo 122 de inspección puede determinar entonces un defecto o corrosión del suelo del tanque basándose en la distorsión medida de la corriente alterna opuesta.

El dispositivo 122 de inspección puede incluir un sistema de matriz ultrasónica o un sistema de matriz en fase ultrasónica para determinar una segunda métrica 136 de calidad en la porción del tanque correspondiente a la primera posición del vehículo 101 en el mapa 130 de tanque. La segunda métrica 136 de calidad puede ser similar a, o diferente de, la primera métrica 136 de calidad. El sistema de matriz en fase ultrasónica puede incluir transductores ultrasónicos, que pueden pulsarse independientemente usando temporización calculada informáticamente. La pulsación de los transductores ultrasónicos puede dar como resultado la dirección de un haz generado por los transductores ultrasónicos para escanear las porciones del tanque. En algunas implementaciones, el dispositivo 122 de inspección puede incluir dos tecnologías diferentes para generar la métrica 136 de calidad en la porción del tanque. Por ejemplo, el dispositivo 122 de inspección puede determinar un grosor del suelo del tanque usando información de corrientes parásitas y un grosor del suelo del tanque usando la información de matriz en fase ultrasónica. Esto permite que el vehículo 101 aproveche la complementariedad de las dos tecnologías. Por ejemplo, la tecnología de corrientes parásitas puede proporcionar mejores resultados en comparación con la tecnología ultrasónica en presencia de sedimento residual después de que la escobilla limpie el suelo, o en el caso de que el suelo del tanque dentro del tanque (por ejemplo, la parte superior) esté corroída por la corrosión. La tecnología ultrasónica puede proporcionar mejores resultados en comparación con la tecnología de corrientes parásitas cuando el suelo se ha limpiado suficientemente por la escobilla y está afectado principalmente por picaduras. En algunos casos, una tecnología puede consumir más potencia de batería que otra tecnología, por lo que el vehículo 101 puede seleccionar una tecnología de menos potencia en el caso de que el nivel de batería sea bajo para prolongar la inspección. Por lo tanto, el dispositivo de inspección puede incluir al menos dos tipos diferentes de sensores, y seleccionar, basándose en una condición asociada con la porción del tanque correspondiente a la primera posición del vehículo en el mapa, uno de los al menos dos tipos diferentes de sensores para inspeccionar la porción del tanque.

El mecanismo 124 de pestillo puede incluir un sensor de detección de pestillo o un cierre de pestillo. El cabrestante puede estar ubicado externo al tanque. El mecanismo 124 de pestillo puede conectarse a la batería 114. El sensor de detección de pestillo puede determinar un estado del mecanismo 124 de pestillo. El estado del mecanismo 124 de pestillo puede incluir un estado conectado o un estado desconectado del cable 212. El estado del mecanismo 124 de pestillo puede indicar la conectividad del pestillo, que puede basarse en una presencia o ausencia del pestillo proporcionado a la unidad 104 de control. El sensor de detección de pestillo puede incluir circuitos para determinar una conexión de pestillo basándose en una indicación de señal eléctrica continua. La señal eléctrica continua puede proporcionarse basándose en una conexión de bucle cerrado, que puede indicar un estado conectado del pestillo. La desconexión del pestillo puede determinarse basándose en una ausencia de la señal eléctrica continua. El mecanismo

124 de pestillo puede configurarse por la unidad 104 de control para ejecutar uno o más comandos, tales como bajar el vehículo 101, por el cabrestante que desenrolla el cable, al tanque que contiene el fluido inflamable. Las figuras 2A-2B representan un cabrestante de ejemplo. El mecanismo 124 de pestillo puede determinar retirar el cable del tanque, después de desplegar el vehículo 101, por ejemplo, enrollando el cable después de desenganchar el cable del vehículo 101 para retirar la forma del cable dentro del tanque usando el cabrestante. El estado del mecanismo 124 de pestillo puede usarlo la unidad 104 de control para determinar que un cable usado para bajar el vehículo al tanque que contiene el fluido inflamable está separado del vehículo 101. La indicación del cable separado puede proporcionarse a la unidad 104 de control para ordenar a la hélice 118 que mueva el vehículo 101 a través del fluido inflamable. El mecanismo 124 de pestillo puede mantener o actualizar el estado del mecanismo 124 de pestillo en los datos recopilados 132 del repositorio 126 de recursos del vehículo. El mecanismo 124 de pestillo puede transmitir un acuse de recibo a la unidad 104 de control para ejecutar el programa 138 de diagnóstico basándose en la desconexión del pestillo.

El mecanismo 124 de pestillo puede acoplar el cable al vehículo 101 para bajar el vehículo 101 al fluido inflamable en el tanque usando un cabrestante. En algunas implementaciones, el mecanismo 124 de pestillo puede acoplar el cable al vehículo 101 para levantar el vehículo 101 del fluido inflamable en el tanque. El mecanismo 124 de pestillo puede desenganchar el cable, basándose en el vehículo 101 bajado al tanque. El mecanismo 124 de pestillo puede bloquearse o desbloquearse mediante un accionador del vehículo 101 conectado a la batería 114, el accionador puede configurarse mediante la unidad 104 de control. El accionador puede desbloquear el mecanismo 124 de pestillo para desenganchar el cable después de que el vehículo 101 se baje al fluido inflamable. El mecanismo 124 de pestillo puede volver a enganchar el cable para acoplar el cable al vehículo 101 basándose en una condición de salida indicada por el proceso 134 de inspección, o el programa 138 de diagnóstico. El mecanismo 124 de pestillo que acopla el cable al vehículo 101 puede controlarse por la unidad 104 de control basándose en un estado del cable. El estado del mecanismo 124 de pestillo puede usarlo la unidad 104 de control para desacoplar el cable del vehículo 101 en el fluido inflamable basándose en un primer estado del mecanismo 124 de pestillo y una política. El estado del mecanismo 124 de pestillo puede usarlo la unidad 104 de control para ordenar a la hélice 118 que mueva el vehículo 101 basándose en un segundo estado del mecanismo 124 de pestillo.

En algunas implementaciones, el cabrestante 210 puede desenrollar el cable en el tanque tras completar el proceso 134 de inspección de tanque que comprende generar el mapa del tanque y almacenar una pluralidad de indicaciones de la métrica 136 de calidad para la porción del tanque. El cable puede volver a engancharse entonces con el vehículo 101 tras desenrollar el cable en el tanque usando el cabrestante. El cabrestante puede entonces enrollar el cable vuelto a enganchar con el vehículo 101 para retirar el vehículo 101 del interior del tanque.

El repositorio 126 de recursos del vehículo puede incluir o almacenar el programa 128 de control de hélice, el mapa 130 de tanque, los datos recopilados 132, el proceso 134 de inspección de tanque, la métrica 136 de calidad y el programa 138 de diagnóstico. El programa 128 de control de hélice puede incluir o almacenar uno o más comandos de hélice, los comandos de hélice pueden determinar la velocidad, el par y la orientación de la hélice, lo que puede ajustar la velocidad, el recorrido o la dirección del vehículo 101, por ejemplo. El programa 128 de control de hélice puede controlarse basándose en el resultado del programa 138 de diagnóstico o el estado del cable del mecanismo 124 de pestillo. Los comandos del programa 128 de control de hélice pueden incluir mover el vehículo 101 a través del fluido inflamable en el tanque. El programa 128 de control de hélice puede usarse o actualizarse por la unidad 110 de navegación de la unidad 104 de control para controlar la hélice 118.

En algunos casos, el programa 128 de control de hélice puede configurarse por la unidad 104 de control para operar en un estado de alto rendimiento basándose en la potencia disponible de la batería 114 o la dimensión del mapa 130 de tanque. En algunos casos, el programa 128 de control de hélice puede operar en un estado de baja potencia basándose en que la potencia disponible alcance un primer umbral de potencia. En algunos casos, el programa 128 de control de hélice puede iniciar una condición de salida basándose en que la potencia disponible alcance un segundo umbral de potencia, inferior al primer umbral de potencia. En algunos casos, la hélice 118 puede funcionar en el estado de enfriamiento, basándose en la información de temperatura de la batería 114 o la hélice 118.

El mapa 130 de tanque puede incluir, almacenar o mantener uno o más mapas del tanque para generar una ruta para la inspección del tanque o una estructura de datos de mapa para generar un mapa del tanque. La estructura de datos de mapa puede almacenarse en el repositorio 126 de datos, que puede ser parte del proceso 134 de inspección de tanque. El mapa 130 de tanque puede almacenar información recopilada del dispositivo 120 de determinación de distancia, que puede configurarse por la unidad 112 de inspección de la unidad 104 de control. El mapa 130 de tanque puede incluir o almacenar información sobre la dimensión del tanque, o información de posición del vehículo 101 correspondiente al mapa. La información de dimensión del tanque puede incluir la longitud, anchura, altura, o la circunferencia o diámetro o radio, que puede usar la unidad 110 de navegación para establecer la velocidad del vehículo 101 para moverse en el tanque o la unidad 112 de inspección usando el proceso 134 de inspección de tanque para establecer la velocidad de inspección. El mapa 130 de tanque puede incluir o almacenar información sobre una o más porciones inspeccionadas o una o más porciones no inspeccionadas del mapa. El mapa 130 de tanque puede actualizarse mediante los datos recibidos desde el dispositivo 120 de determinación de distancia.

Los datos recopilados 132 pueden incluir o almacenar datos de los sensores 116, la hélice 118, el dispositivo 122 de inspección, el mecanismo 124 de pestillo o la batería 114. Los datos de sensor pueden incluir la velocidad del vehículo 101, la velocidad de la hélice 118, la temperatura del vehículo 101 (o porción del mismo), la temperatura del motor

118 de hélice, la temperatura de la batería 114, la distancia de desplazamiento (o posición, dirección o rumbo) del vehículo 101, el par de la hélice 118, información táctil, la información de campo magnético, la información de sensores ultrasónicos o la información de conexión de pestillo. Los datos recopilados 132 pueden almacenar realimentación de acuse de recibo desde la hélice 118 como respuesta a que la hélice 118 reciba la instrucción de control. Los datos recopilados 32 pueden almacenar datos de inspección obtenidos por el dispositivo 122 de inspección, incluyendo información de campo magnético y la información de sensores ultrasónicos para determinar una métrica 136 de calidad del recinto del tanque. Los datos recopilados 132 pueden almacenar el resultado del diagnóstico de la ejecución del programa 138 de diagnóstico. El resultado del diagnóstico puede usarlo la unidad 104 de control para determinar si iniciar el proceso 134 de inspección de tanque, desactivar la hélice 118 para evitar que la hélice 118 mueva el vehículo, o establecer una velocidad de la hélice 118. Los datos recopilados 132 pueden incluir o almacenar información de conectividad de pestillo para bajar el vehículo 101, por medio de un cable, al tanque que contiene el fluido inflamable, o para retirar el cable del tanque, después de desplegar el vehículo 101. Los datos recopilados pueden incluir o almacenar la información de la batería que indica la energía disponible en la batería 114, la energía disponible puede iniciar la condición de funcionamiento por la unidad 104 de control.

El proceso 134 de inspección de tanque puede incluir o almacenar una pluralidad de instrucciones de inspección, que pueden comprender generar el mapa 130 de tanque y determinar una métrica 136 de calidad para una porción del tanque correspondiente a una ubicación en el mapa generado. El proceso 134 de inspección de tanque puede configurarse o usarse por la unidad 112 de inspección de la unidad 104 de control para iniciar el dispositivo 122 de inspección. El proceso 134 de inspección de tanque puede configurarse basándose en el resultado del programa 138 de diagnóstico. Los comandos del proceso 134 de inspección de tanque pueden incluir instrucciones de barrido para eliminar el sedimento en el suelo del tanque, o un comando de recogida de datos para que la unidad 112 de inspección determine la métrica 136 de calidad de una porción del tanque. El proceso 134 de inspección de tanque puede mantener o actualizar los comandos de inspección basándose en los datos recopilados 132 del dispositivo 122 de inspección, una o más porciones no inspeccionadas del tanque indicadas por el mapa 130 de tanque, o la trayectoria de la inspección de tanque basándose en la unidad 110 de navegación.

La unidad 104 de control (por ejemplo, por medio de una unidad 112 de inspección) puede recuperar, del repositorio 126 de recursos del vehículo, un proceso 134 de inspección de tanque. La unidad 104 de control puede cargar, ejecutar, iniciar, hacer funcionar o realizar de otro modo el proceso 134 de inspección de tanque recuperado del repositorio 126 de recursos del vehículo. El proceso 134 de inspección de tanque puede incluir una o más reglas, parámetros, condiciones, operaciones, procedimientos u otra información usada para realizar una inspección de tanque. Por ejemplo, el proceso 134 de inspección de tanque puede incluir un tipo de inspección de tanque, tal como una inspección conveniente, preliminar o eficiente en una o más porciones del suelo de tanque basándose en el mapa 130 de tanque. El proceso 134 de inspección de tanque puede ejecutar un tipo de inspección basándose en el tamaño del tanque, el estado del tanque, el estado del vehículo 101 u otra condición. Un proceso de inspección conveniente puede reducir la cantidad de tiempo que se gasta en inspeccionar una o más porciones del suelo del tanque. El proceso de inspección conveniente puede incluir aumentar la velocidad a la que el vehículo 101 se mueve a través del fluido inflamable dentro del tanque, o usar una separación de pista más amplia que la longitud del dispositivo de inspección de manera que el suelo del tanque no esté completamente cubierto.

En algunas implementaciones, el proceso 134 de inspección de tanque puede mantener o actualizar una duración predeterminada (por ejemplo, 30 minutos, 1 hora, 2 horas, etc.) para la inspección del tanque basándose en uno o más comandos de la unidad 112 de inspección. La duración predeterminada puede almacenarse en el proceso 134 de inspección de tanque. El proceso 134 de inspección de tanque puede incluir un temporizador basado en la duración predeterminada. El proceso 134 de inspección de tanque puede iniciar el temporizador basándose en que el vehículo 101 esté sellado en el tanque, el temporizador puede proporcionar una indicación para terminar el proceso 134 de inspección de tanque basándose en que el temporizador alcance la duración predeterminada (por ejemplo, la expiración del temporizador).

La métrica 136 de calidad puede referirse a valores, mediciones o determinaciones realizadas usando datos recopilados 132. La métrica 136 de calidad puede generarse aplicando uno o más procesos o técnicas a los datos recopilados 132. Las técnicas de procesamiento pueden incluir, por ejemplo, una técnica de medición de grosor, una tabla de grosores o una técnica de medición del nivel de corrosión. La métrica 136 de calidad puede incluir o indicar información de grosor calculada que puede obtenerse usando los datos recopilados 132 almacenados del dispositivo 122 de inspección. La métrica 136 de calidad puede mantener y actualizar uno o más niveles de corrosión correspondientes a la porción del mapa 130 de tanque determinados por el dispositivo 122 de inspección. La métrica 136 de calidad puede indicar el nivel de corrosión para una o más porciones del tanque basándose en una pluralidad de procesos 134 de inspección de tanque realizados por el vehículo 101 durante un intervalo de tiempo. La métrica 136 de calidad puede indicar el nivel de corrosión basándose en una comparación entre la información de grosor calculada de una primera porción en comparación con una información de grosor inspeccionada previa de la primera porción, que puede ser de una inspección pasada, o una información de grosor de la segunda porción diferente de la primera porción usando la tabla de grosores. La tabla de grosores puede indicar el grosor estándar correspondiente al tanque, el grosor estándar correspondiente al grosor original del tanque antes de llenar el tanque con el fluido inflamable. La tabla de grosores puede incluir una comparación entre la magnitud, intensidad o tiempo de disminución de un campo magnético con el grosor del tanque. La métrica 136 de calidad puede incluir o almacenar una métrica de comparación, identificando la diferencia de nivel de corrosión entre la una o más porciones del tanque.

El programa 138 de diagnóstico puede incluir o almacenar instrucciones de diagnóstico para el vehículo 101. El programa 138 de diagnóstico puede incluir o almacenar una o más instrucciones para al menos someter a prueba una o más funcionalidades de los sensores 116, la hélice 118, el dispositivo 120 de determinación de distancia, el dispositivo 122 de inspección, el mecanismo 124 de pestillo o la batería 114. El programa 138 de diagnóstico puede incluir una o más políticas que indican una condición requerida del vehículo 101. La condición requerida puede incluir el vehículo 101 sumergido al menos parcialmente en el fluido inflamable o una prueba exitosa de una o más funcionalidades del ATIS 102. La condición puede usarla la unidad 104 de control para proporcionar una o más instrucciones al componente. El programa 138 de diagnóstico puede almacenar uno o más resultados de diagnóstico en los datos recopilados 132 del repositorio 126 de recursos del vehículo. El programa 138 de diagnóstico puede desactivar la hélice 118 para evitar que la hélice 118 mueva el vehículo 101 desde una posición.

El programa 138 de diagnóstico puede proporcionar uno o más resultados de diagnóstico a la unidad 104 de control para determinar iniciar el proceso 134 de inspección de tanque, o iniciar la condición de funcionamiento, que puede basarse en una o más condiciones de los componentes del ATIS 102 que incluyen la potencia disponible en la batería 114, el estado del mecanismo 124 de pestillo, la información de los sensores 116, la información de la hélice 118, la información del dispositivo 120 de determinación de distancia o la información del dispositivo 122 de inspección. El programa 138 de diagnóstico puede detectar el estado del cable, que puede indicar la conexión del cable al vehículo 101. La condición de funcionamiento puede incluir una condición de salida, una condición de espera, un estado de baja potencia, un estado de enfriamiento o un estado de alto rendimiento. La condición de salida puede incluir uno o más comandos para mover el vehículo 101 hacia una primera porción del mapa 130 de tanque, enrollar el cable al vehículo 101, hacer que el mecanismo 124 de pestillo vuelva a enganchar el cable para acoplar el cable al vehículo 101, o terminar el funcionamiento del vehículo 101. La condición de salida puede basarse en la expiración de un temporizador del proceso 134 de inspección de tanque. La condición de espera puede incluir uno o más comandos para mantener el funcionamiento del vehículo 101, que pueden incluir el movimiento y la activación de sensores, o iniciar una cuenta atrás antes de ejecutar el funcionamiento del vehículo 101. El estado de baja potencia puede incluir uno o más comandos para disminuir la velocidad de la hélice 118, desactivar uno o más sensores 116 o ejecutar un proceso 134 de inspección de tanque rápida que puede cubrir más porciones del tanque usando la potencia disponible de la batería 114. El estado de enfriamiento puede incluir uno o más comandos para iniciar la hélice 118 dentro del cuerpo del vehículo 101 para enfriar el ATIS 102, disminuir la ejecución del ATIS 102 o mantener el funcionamiento del vehículo 101 basándose en la temperatura. El estado de alto rendimiento puede incluir uno o más comandos para aumentar la ejecución del ATIS 102, lo que puede incluir activar uno o más sensores 116, aumentar la velocidad de la hélice 118 o iniciar un proceso 134 de inspección de tanque exhaustiva.

La unidad 104 de control del ATIS 102 puede incluir la interfaz 106, la unidad 108 de mapeo, la unidad 110 de navegación y la unidad 112 de inspección. La unidad 104 de control puede configurar los sensores 116, la hélice 118, el dispositivo 120 de determinación de distancia, el dispositivo 122 de inspección y el mecanismo 124 de pestillo usando la interfaz 106, la unidad 108 de mapeo, la unidad 110 de navegación o la unidad 112 de inspección. La unidad 104 de control puede conectarse a la batería 114. La unidad 104 de control puede recibir una indicación del estado del mecanismo 124 de pestillo desde el mecanismo 124 de pestillo, determinar que un cable usado para bajar el vehículo 101 al tanque que contiene el fluido inflamable está separado del vehículo 101 basándose en el estado del mecanismo 124 de pestillo, y ordenar a la hélice 118 que mueva el vehículo 101 a través del fluido inflamable basándose en que el cable se ha separado. La unidad 104 de control puede ordenar al mecanismo 124 de pestillo que desacople el cable del vehículo en el fluido inflamable basándose en la política y el primer estado del mecanismo 124 de pestillo. La unidad 104 de control puede ordenar al propulsor 118 que se mueva basándose en el segundo estado del mecanismo 124 de pestillo, siendo el segundo estado diferente del primer estado.

En algunas implementaciones, la unidad 104 de control puede determinar generar el mapa para el tanque basándose en que el vehículo 101 está bajándose al tanque. La unidad 104 de control puede entonces dar instrucciones al dispositivo 120 de determinación de distancia usando la unidad 108 de mapeo para generar el mapa para el tanque. El mapa del tanque puede almacenarse en el mapa 130 de tanque. En algunas implementaciones, la unidad 104 de control puede identificar una o más porciones no inspeccionadas del tanque basándose en una ausencia de indicación de una o más porciones inspeccionadas del mapa 130 de tanque. La una o más porciones no inspeccionadas del tanque pueden señalizarse por la unidad 112 de inspección, la señalización puede almacenarse en el mapa 130 de tanque. La unidad 104 de control puede hacer que la hélice 118 del vehículo 101 mueva el vehículo 101 hacia la porción no inspeccionada identificada del tanque. La unidad 104 de control puede iniciar el proceso 134 de inspección de tanque en la porción no inspeccionada usando la unidad 112 de inspección. En algunas implementaciones, la unidad 104 de control puede identificar una ausencia de cualquier porción no inspeccionada del suelo del tanque basándose en el mapa 130 de tanque generado. La unidad 104 de control puede proporcionar entonces una indicación de que el proceso 134 de inspección de tanque está completo usando la condición de salida basándose en identificar la ausencia de una porción no inspeccionada del tanque. La indicación de completar el proceso 134 de inspección de tanque puede comprender una señal acústica u ondas de radio.

La interfaz 106 puede incluir una pantalla LCD, que puede incluir capacidad de retroalimentación háptica para recibir y transmitir información a la unidad 104 de control. La pantalla LCD de la interfaz 106 puede incluir una interfaz gráfica de usuario que puede usarse para configurar el ajuste del vehículo 101 antes de bajar el vehículo 101 al fluido inflamable. La interfaz 106 puede mantener o actualizar procesos de la unidad 108 de mapeo, la unidad 110 de navegación y la unidad 112 de inspección basándose en la información recibida o transmitida. La interfaz 106 puede

incluir uno o más puertos para la conexión externa al ATIS 102, tal como un puerto serie, puerto USB, puerto de visualización, puerto Ethernet o receptor y transmisor Bluetooth. El uno o más puertos pueden usarse para transferir uno o más datos hacia o desde el repositorio 126 de recursos del vehículo, tal como el programa 128 de control de hélice, el mapa 130 de tanque, los datos recopilados 132, el proceso 134 de inspección de tanque, la métrica 136 de calidad o el programa 138 de diagnóstico. El puerto puede usarse para cargar la batería 114 del vehículo 101. La interfaz 106 puede estar cubierta por uno o más materiales para su impermeabilización.

La unidad 108 de mapeo puede proporcionar uno o más comandos al dispositivo 120 de determinación de distancia, que pueden basarse en el mapa 130 de tanque, los datos recopilados 132 o el proceso 134 de inspección de tanque. La unidad 108 de mapeo puede iniciar la estructura de datos de mapa almacenada en el repositorio 126 de datos para generar el mapa del tanque usando el dispositivo 120 de determinación de distancia. La unidad 108 de mapeo puede conectarse a la batería 114. La unidad 108 de mapeo puede configurar o dar instrucciones al dispositivo 120 de determinación de distancia para recopilar datos acústicos, de radiación electromagnética, táctiles u otros asociados con el tanque. La unidad 108 de mapeo puede almacenar los datos recopilados y generar un mapa del tanque, que puede almacenarse en el mapa 130 de tanque ubicado en el repositorio 126 de recursos del vehículo. La unidad 108 de mapeo puede determinar una primera posición del vehículo en el mapa 130 de tanque. La unidad 108 de mapeo puede recibir datos del dispositivo 120 de determinación de distancia para generar o actualizar el mapa del tanque basándose en atravesar una pluralidad de puntos del tanque.

La unidad 110 de navegación puede proporcionar uno o más comandos a la hélice 118, que pueden basarse en el programa 128 de control de hélice, el mapa 130 de tanque, la condición de funcionamiento basándose en el resultado del programa 138 de diagnóstico o los datos recopilados 132. La unidad 110 de navegación puede configurar la hélice 118 para mover el vehículo 101 a través del fluido inflamable en el tanque desde la primera posición hasta la segunda posición, que puede basarse en el proceso 134 de inspección de tanque. La unidad 110 de navegación puede desactivar la hélice 118 para evitar que la hélice 118 mueva el vehículo 101 desde la segunda posición basándose en la condición de funcionamiento. La unidad 110 de navegación puede mantener el funcionamiento del vehículo 101 antes de la ejecución del programa 138 de diagnóstico. La unidad 110 de navegación puede configurar además la velocidad de la hélice 118, que puede basarse en la condición de funcionamiento, o la ubicación del vehículo 101. La unidad 110 de navegación puede navegar el vehículo 101 solo a la una o más porciones no inspeccionadas del tanque basándose en el mapa 130 de tanque. La unidad 110 de navegación puede navegar por el vehículo 101 para cubrir todo el mapa 130 de tanque.

La unidad 112 de inspección puede proporcionar uno o más comandos al dispositivo 122 de inspección, que pueden basarse en el proceso 134 de inspección de tanque o la calidad de los datos recopilados 132 almacenados en el repositorio 126 de recursos del vehículo. La unidad 112 de inspección puede identificar, basándose en los datos recopilados 132 usando el dispositivo 122 de inspección, la calidad de los datos recopilados 132 para la métrica 136 de calidad. La calidad de los datos recopilados 132 puede basarse en el dispositivo 122 de inspección, la magnitud del ruido obtenido por el dispositivo 122 de inspección, u obstrucción dentro del tanque, por ejemplo, una o más sustancias que cubren el recinto del tanque pueden representar erróneamente el grosor del tanque. La unidad 112 de inspección puede configurar el dispositivo 122 de inspección para inspeccionar el tanque basándose en iniciar un proceso 134 de inspección de tanque. El proceso 134 de inspección de tanque puede basarse en la condición de funcionamiento del resultado del programa 138 de diagnóstico.

La unidad 112 de inspección puede determinar la métrica 136 de calidad de una porción del tanque basándose en los datos recopilados 132 del dispositivo 122 de inspección, indicando la métrica 136 de calidad un grosor de la porción del tanque en una posición del vehículo 101. La métrica 136 de calidad determinada por el dispositivo 122 de inspección puede almacenarse en el repositorio 126 de recursos del vehículo accesible por la unidad 104 de control. La unidad 112 de inspección puede actualizar el proceso 134 de inspección de tanque basándose en los datos recopilados 132, por ejemplo, para repetir el proceso 134 de inspección de tanque en una o más porciones del tanque. La unidad 112 de inspección puede volver a ejecutar el proceso 134 de inspección de tanque basándose en la calidad identificada de los datos recopilados 132. La unidad 112 de inspección puede configurar el dispositivo 122 de inspección para realizar la inspección rápida basándose en el tamaño del mapa 130 de tanque, o la condición de funcionamiento, por ejemplo, la unidad 112 de inspección puede iniciar la inspección rápida durante el estado de baja potencia basándose en la potencia disponible de la batería 114 y la una o más porciones no inspeccionadas del tanque.

Haciendo referencia ahora a las figuras 2A-2B, se muestran ilustraciones de ejemplo para inspeccionar un tanque que contiene un fluido inflamable, según algunas implementaciones. El sistema 200 puede incluir uno o más componentes o funcionalidades del sistema 100 representado en la figura 1. La figura 2A proporciona una ilustración en vista lateral del tanque 202. El sistema 200 puede incluir un vehículo 101, un tanque 202 o un cabrestante 210. El vehículo 101 puede incluir uno o más aspectos del vehículo 101 representado en la figura 1. El vehículo 101 puede incluir un sistema 102 de inspección de tanque autónomo ("ATIS") que puede comprender uno o más aspectos representados en la figura 1. El tanque 202 puede incluir una tapa 204, una capa 206 de vapor y el fluido inflamable 208. El tanque 202 puede construirse usando uno o más materiales que incluyen metal (por ejemplo, acero, aluminio, aleaciones, etc.), vidrio o plástico (por ejemplo, polietileno de alta densidad). La tapa 204 del tanque puede construirse usando uno o más materiales similares al tanque 202. La tapa 204 puede configurarse con un mecanismo de bloqueo para evitar la apertura de la tapa 204 antes de la finalización del proceso 134 de inspección de tanque. La tapa 204 puede construirse para sellar o mantener la capa 206 de vapor dentro del tanque 202.

Dentro del tanque 202, y por encima de la superficie del fluido inflamable 208, puede haber una capa 206 de vapor. La capa 206 de vapor puede referirse a o incluir un estado gaseoso del fluido inflamable 208. La capa 206 de vapor puede ser interna al tanque 202 y estar por encima del fluido inflamable 208. La capa 206 de vapor puede ser inflamable. El vehículo 101 puede atravesar la capa 206 de vapor cuando el cabrestante 210 baja el vehículo 101 al fluido inflamable 208, o recupera el vehículo 101 del fluido inflamable 208.

El cabrestante 210 puede incluir, por ejemplo, un cabrestante de frenado, un cabrestante de wakeskate, un cabrestante planeador o un cabrestante de aire. El cabrestante 210 puede incluir un motor, polea, transportador, máquina u otro mecanismo tal como una manivela dentada para arrastrar, levantar, mover o transportar el vehículo 101 usando un cable 212. El cabrestante 210 puede colocarse en el tanque 202. El cabrestante 210 puede incluir uno o más componentes representados en el sistema 400 para controlar el funcionamiento del cabrestante 210. Un administrador o usuario puede controlar el funcionamiento del cabrestante 210.

El cable 212 puede incluir una cuerda o alambre. El cable 212 puede incluir, o estar construido con, uno o más materiales tales como poliéster, nailon, acero, caucho, plástico, tela, aleaciones o alambres. Para facilitar la descarga de la potencial acumulación estática en el vehículo 101, el cable puede construirse o formarse de metal y conectarse a tierra (por ejemplo, en la parte superior del tanque).

El cable 212 puede ser un cable metálico pasivo, o incluir un cable de red de cobre o fibra óptica para recibir o transmitir información hacia o desde el vehículo 101. El cable 212 puede no proporcionar ninguna transferencia de datos a medida que el vehículo 101 se despliega y atraviesa la capa de vapor por encima del fluido inflamable, pero puede transferir datos antes del despliegue o después de que el vehículo 101 se sumerja en el fluido inflamable. El cabrestante 210 puede usar el cable 212 para bajar el vehículo 101 al tanque 202, o levantar el vehículo 101 del tanque 202. El cable 212 puede conectarse a tierra de manera que la carga electrostática acumulada en el vehículo 101 pueda descargarse cuando se engancha en el cable 212 de recuperación conectado a tierra. Los materiales para el cable 212 pueden seleccionarse para evitar o minimizar la acumulación de carga electrostática, o facilitar la descarga de la carga electrostática.

El cabrestante 210 puede bajar el vehículo 101 al tanque 202 con un cable 212. Antes de bajar el vehículo 101 al tanque, la tapa 204 del tanque se abre o se retira, creando de ese modo una abertura en el tanque 202. La tapa 204 puede estar situada en una parte superior del tanque 202 de manera que la apertura de la tapa 204 no provoque fugas del fluido inflamable 208. Por ejemplo, la tapa 204 puede estar situada en una porción del tanque 202 que está por encima de una superficie del fluido inflamable 208. En algunos casos, la tapa 204 puede sumergirse temporalmente en el fluido inflamable 208, pero abrirse posteriormente cuando el nivel del fluido inflamable 208 cae por debajo de una abertura que resulta de la apertura de la tapa 204.

Para bajar el vehículo 101 al tanque 202 que contiene fluido inflamable, la tapa 204 puede abrirse o retirarse. Un cable 212 está conectado al vehículo 101, que puede incluir el ATIS 102. El vehículo 101 puede incluir uno o más componentes representados en la figura 1, que incluyen, por ejemplo, una batería 114 y una unidad 104 de control. El cable 212 puede conectarse al vehículo 101 usando un mecanismo 124 de pestillo del vehículo 101. Cuando se usa un accionador y un sensor, la unidad 104 de control puede recibir, desde el mecanismo 124 de pestillo, una indicación del estado del mecanismo 124 de pestillo. El estado puede indicar si el cable 212 está conectado al mecanismo 124 de pestillo o al vehículo 101, o si el cable 212 está desconectado del mecanismo 124 de pestillo o del vehículo 101. El estado puede indicar un estado del mecanismo 124 de pestillo, tal como si el mecanismo 124 de pestillo está operativo o roto. La unidad 104 de control puede bloquear o desbloquear, o enganchar o desenganchar, el mecanismo 124 de pestillo basándose en el estado.

Como se ilustra en la figura 2A, el vehículo 101 se inserta en el tanque 202 a través de la abertura en el tanque 202 formada retirando la tapa 204. El cabrestante 210 puede bajar, por medio del cable 212, el vehículo 101 a través de una capa 206 de vapor dentro del tanque 202 y dentro del fluido inflamable 208. La capa 206 de vapor puede estar situada por encima del fluido inflamable 208. El cabrestante 210 puede incluir o usar una estructura 214 de soporte de cable para guiar el cable 212 a través de la tapa 204. El cable 212 puede conectarse al vehículo 101 por medio de un mecanismo 124 de pestillo ubicado en el vehículo 101. La estructura 214 de soporte de cable puede incluir, por ejemplo, un carril de guía, transportador, tubería, polea u otra estructura de soporte.

El cabrestante 210 puede controlar uno o más aspectos relacionados con la bajada del vehículo 101 basándose en un estado del mecanismo 124 de pestillo. Por ejemplo, si el cable 212 está conectado al mecanismo 124 de pestillo, entonces el estado del mecanismo 124 de pestillo puede indicar que el cable está conectado, enganchado o acoplado de otro modo al vehículo 101. El estado puede reflejarse como un valor binario, tal como 0 o 1, desconectado o conectado, en espera o activo, o abierto o cerrado, por ejemplo. El mecanismo 124 de pestillo puede incluir un sensor 116 u otro componente electrónico que pueda determinar el estado del mecanismo 124 de pestillo. El vehículo 101 puede determinar el estado del mecanismo 124 de pestillo. En algunos casos, el cabrestante 210 puede determinar el estado del mecanismo 124 de pestillo basándose en una tensión del cable 212. Por ejemplo, la tensión del cable 212 puede ser mayor si el cable 212 está conectado al vehículo 101, en comparación con cuando el cable 212 no está conectado al vehículo 101. El vehículo 101 puede proporcionar, o el cabrestante 210 puede recibir o determinar, el estado del mecanismo 124 de pestillo. El cabrestante 210 puede determinar bajar el vehículo 101 al tanque 202 en respuesta a la determinación o detección de que el cable 212 está conectado al vehículo 101. El cabrestante 210

puede determinar recuperar, elevar o enrollar el vehículo 101 en respuesta a la determinación o detección de que el cable 212 está conectado al vehículo 101 basándose en el estado del mecanismo 124 de pestillo.

La figura 2B es una ilustración de ejemplo de un sistema que inspecciona un tanque que contiene un líquido o fluido inflamable, según una implementación. El vehículo 101 puede bajarse a través de la capa 206 de vapor al líquido inflamable 208 usando el cabrestante 210 y el cable 212. Un interruptor 140 de presión mecánica ubicado en el vehículo 101 puede encender el vehículo 101 cuando la presión circundante es igual o mayor que, por ejemplo, 1 metro de profundidad en el fluido inflamable, 2 metros de profundidad, 3 metros de profundidad o más. El mecanismo 124 de pestillo en el vehículo 101 puede desenganchar el cable 212 después de que el vehículo 101 se haya sumergido al menos parcialmente en el fluido inflamable 208. La unidad 104 de control puede determinar no desenganchar el mecanismo 124 de pestillo del cable 212 hasta que el vehículo 101 esté sumergido al menos parcialmente en el fluido inflamable 208, o no desconectarse hasta que el vehículo 101 haya entrado en contacto con el suelo del tanque. La unidad 104 de control puede determinar que el cable 212 usado para bajar el vehículo 101 al tanque 202 que contiene el fluido inflamable 208 está separado del vehículo 101 basándose en el estado desconectado del mecanismo 124 de pestillo.

Como se ilustra en la figura 2B, el cabrestante 210 puede retirar el cable 212 del tanque 202. El cabrestante 210 puede retirar el cable 212 del tanque 202 en respuesta a que el cable 212 se desenganche del mecanismo 124 de pestillo del vehículo 101. El cabrestante 210 puede determinar retirar el cable 212 del tanque 202 basándose en el estado desconectado. Después de que el cable 212 se haya retirado del tanque 202, la tapa 204 puede cerrar la abertura en el tanque usada para bajar el vehículo 101. La tapa 204 puede sellar el tanque, evitando así la liberación de cualquier vapor de la capa 206 de vapor, o el fluido inflamable 208. Al cerrar la tapa 204, el vehículo 101 puede sellarse en el tanque 202 sin estar conectado al cabrestante 210 o cualquier otro componente o sistema externo al tanque 202. Por ejemplo, el vehículo 101 puede no estar físicamente acoplado o conectado a ningún sistema o componente externo al tanque 202. El vehículo 101 puede no estar acoplado comunicativamente a ningún sistema o componente externo al tanque 202 a través de un cable 212 o alambre.

En algunas implementaciones, el cabrestante 210 puede determinar retirar el cable 212 del tanque 202 basándose en un sensor 116, tal como un sensor de fuerza mecánica, en el cable 212 que indica una desconexión del mecanismo 124 de pestillo del cable 212. El sensor 116 en el cable 212 puede determinar que el vehículo 101 se bajó al fluido inflamable 208 basándose en la diferencia de fuerzas medidas por el sensor 116. Por ejemplo, el sensor 116 puede medir una fuerza de 1000 N antes de bajar el vehículo 101 al tanque, medir una fuerza de 50 N cuando el vehículo 101 está completamente sumergido en el fluido inflamable 208 antes de alcanzar el suelo del tanque 202, y medir una fuerza de 10 N cuando el vehículo 101 descansa sobre el suelo del tanque 202. Una vez que el mecanismo 124 de pestillo separa el vehículo 101 del cable 212, la medida de fuerza por el sensor de fuerza 116 se acerca a 0. El cabrestante 210 puede entonces determinar, basándose en la diferencia entre las fuerzas medidas por el sensor 116, enrollar el cable 212 basándose en que el vehículo 101 esté al menos parcialmente sumergido y separado del cable 212 en el fluido inflamable 208 o que el vehículo 101 descansa en el suelo del tanque 202 y esté separado del cable 212. El cabrestante 210 puede determinar además retirar el cable 212 del tanque 202 basándose en un temporizador. El temporizador puede predeterminarse basándose en datos históricos 420 que indican un tiempo para que el vehículo 101 se baje al tanque 202 y se desconecte el cable 212 del pestillo. Puede hacerse referencia a los datos históricos 420 en la figura 4.

El vehículo 101 puede realizar el proceso 134 de inspección de tanque usando la energía proporcionada por la batería 114. La batería 114 puede proporcionar energía a uno o más componentes del vehículo 101, incluyendo, por ejemplo, la unidad 104 de control, los sensores 116, la hélice 118, el dispositivo 120 de determinación de distancia, el dispositivo 122 de inspección, el mecanismo 124 de pestillo o el repositorio 126 de datos. La unidad 104 de control puede ejecutar un proceso 134 de inspección de tanque para inspeccionar el tanque. El proceso 134 de inspección de tanque puede incluir instrucciones para generar un mapa del tanque 202 o para determinar una métrica 136 de calidad para una porción del tanque 202 correspondiente a una ubicación del mapa 130 de tanque generado. La unidad 104 de control puede realizar o ejecutar una o más instrucciones del proceso 134 de inspección de tanque cuando el vehículo 101 está al menos parcialmente sumergido, o completamente sumergido, en el fluido inflamable 208. La unidad 104 de control puede determinar no realizar el proceso 134 de inspección de tanque basándose en el estado del mecanismo 124 de pestillo. Por ejemplo, si el estado del mecanismo 124 de pestillo indica que el cable 212 todavía está conectado al vehículo 101, la unidad 104 de control puede determinar no iniciar el proceso 134 de inspección de tanque, o abortar o terminar de otro modo el proceso 134 de inspección de tanque.

La unidad 104 de control puede determinar no iniciar, abortar o terminar el proceso de inspección de tanque si la tapa 204 del tanque está abierta. La unidad 104 de control puede recibir una indicación de si la tapa 204 está abierta o cerrada, o detectar o determinar de otro modo si la tapa 204 está abierta o cerrada. Por ejemplo, un sensor 116 (tal como un sensor de luz o un sensor óptico) del vehículo 101 puede determinar si la tapa 204 está abierta o cerrada detectando una fuente de luz o un nivel de luz ambiental en el tanque 202. Si el nivel de luz ambiental es mayor o igual que un umbral, entonces el vehículo 101 puede determinar que la tapa 204 está abierta. Si el nivel de luz ambiental es menor o igual a un umbral, entonces la unidad 104 de control puede determinar que la tapa 204 está cerrada. En respuesta a la determinación de que la tapa 204 está cerrada, la unidad 104 de control puede ordenar a la hélice 118 que mueva el vehículo 101 a través del fluido inflamable 208. El vehículo 101 puede determinar que el cable se ha separado del vehículo 101 basándose en la determinación de que la tapa 204 está cerrada. La unidad 104 de control puede determinar generar una porción del mapa 130 del tanque y determinar, por medio del dispositivo 122 de

inspección, una métrica 136 de calidad para la porción del tanque 202 correspondiente a la porción del mapa 130.

La figura 3 es una ilustración de ejemplo para inspeccionar un tanque que contiene un fluido inflamable, según una implementación. El sistema 300 puede incluir uno o más componentes o funcionalidades representados en las figuras 1, 2A o 2B, incluyendo, por ejemplo, un vehículo 101 o un tanque 202. La figura 3 representa una vista superior del tanque 202. El vehículo 101 puede incluir uno o más aspectos del vehículo 101 del sistema 100 representado en la figura 1. El vehículo 101 puede incluir un sistema 102 de inspección de tanque autónomo ("ATIS") que puede comprender uno o más aspectos representados en la figura 1. El vehículo 101 puede generar un mapa 130 de tanque, que puede representarse en la ilustración 300. El tanque 202 puede incluir una tapa 204 u otros aspectos representados en las figuras 2A-B. El sistema 300 puede incluir un dispositivo 122 de inspección del vehículo 101, que puede estar conectado eléctricamente a la unidad 104 de control y la batería 114. El dispositivo 122 de inspección puede recibir un comando para iniciar una inspección en la primera posición en el mapa 130 de tanque desde la unidad 104 de control en respuesta al dispositivo 120 de determinación de distancia que identifica una primera posición 302 del vehículo 101 en el mapa 130 de tanque. El dispositivo 122 de inspección puede configurarse por el proceso 134 de inspección de tanque. La primera posición 302 puede indicar la posición de la tapa 204 con respecto al tanque 202, la tapa 204 usada para bajar el vehículo 101 al tanque 202. La unidad 104 de control puede mover el vehículo 101 a la primera posición 302 basándose en un inicio de una condición de salida.

El sistema 300 puede incluir el vehículo 101 situado dentro del tanque 202. El vehículo 101 puede incluir el dispositivo 122 de inspección. El dispositivo 122 de inspección puede incluir uno o más conductores. El vehículo 101 (por ejemplo, por medio de la unidad 112 de inspección) puede ordenar al dispositivo 122 de inspección que cambie un campo magnético generado por el uno o más conductores para inducir bucles de corriente eléctrica que se extienden hacia una porción del tanque 202 correspondiente a la primera posición 302 en el mapa 306 de tanque. El vehículo 101 (por ejemplo, a través de la unidad 112 de inspección) puede entonces detectar o recibir uno o más valores correspondientes a los bucles inducidos de corriente eléctrica en la porción del tanque 202 correspondiente a la primera posición 302 en el mapa 306 de tanque. El uno o más valores pueden incluir una magnitud, amplitud, intensidad, flujo, densidad de flujo, tiempo de disminución o dirección del campo magnético, que puede indicar el grosor del tanque 202. La magnitud o la dirección del campo magnético puede corresponder a la dirección de los bucles inducidos de corriente eléctrica o a la magnitud de la corriente eléctrica. La magnitud de un campo magnético puede proporcionarse en teslas ("T"), el flujo del campo magnético puede proporcionarse en weberios ("Wb"), y la densidad de flujo puede proporcionarse como Wb/metro cuadrado.

La figura 4 es un diagrama de bloques de un sistema de ejemplo para realizar una inspección de tanque. El sistema 400 puede incluir uno o más componentes o funcionalidades del sistema 100 representado en la figura 1. El sistema 400 puede incluir un vehículo 101, una conexión 401 de red, un sistema 402 de procesamiento de datos ("DPS") o un dispositivo administrador 422. El vehículo 101 puede incluir un sistema 102 de inspección de tanque autónomo ("ATIS") que puede incluir al menos un aspecto representado en la figura 1. El vehículo 101 puede conectarse a la red 401 por medio de una conexión por cable o inalámbrica. El vehículo 101 puede desconectarse de la red 401 y funcionar independientemente del sistema 402 de procesamiento de datos. El vehículo 101 puede acceder a información desde el sistema 402 de procesamiento de datos por medio de la red 401. El sistema 402 de procesamiento de datos puede actualizarse o configurarse por el dispositivo administrador 422. El dispositivo administrador 422 puede conectarse por cable o de manera inalámbrica al sistema 402 de procesamiento de datos.

La red 401 puede incluir o referirse a una conexión, comunicación o transferencia de información por cable o inalámbrica. La red 401 puede incluir redes informáticas tales como Internet, redes locales, amplias, de metro u otras redes de área, intranets, redes por satélite y otras redes de comunicación tales como redes de telefonía móvil de voz o datos. La red 401 puede incluir una conexión o comunicación por cable usando, por ejemplo, USB, Ethernet, puerto serie, línea de abonado digital ("DSL"), cable o fibra. La red 401 puede transmitir información a o recibir información del vehículo 101 a través de la interfaz 106 del vehículo 101.

La red 401 puede ser cualquier tipo o forma de red y puede incluir cualquiera de los siguientes: una red punto a punto, una red de difusión, una red de área amplia, una red de área local, una red de telecomunicaciones, una red de comunicación de datos, una red informática, una red ATM (Modo de Transferencia Asíncrono), una red SONET (Red Óptica Síncrona), una red SDH (Jerarquía Digital Síncrona), una red inalámbrica y una red cableada. La red 401 puede incluir un enlace inalámbrico, tal como un canal infrarrojo o banda de satélite. La topología de la red 105 puede incluir una topología de red de bus, estrella o anillo. La red puede incluir redes de telefonía móvil que usan cualquier protocolo o protocolos usados para comunicarse entre dispositivos móviles, incluyendo el protocolo de telefonía móvil avanzado ("AMPS"), acceso múltiple por división de tiempo ("TDMA"), acceso múltiple por división de código ("CDMA"), sistema global para comunicaciones móviles ("GSM"), servicios generales de radio por paquetes ("GPRS") o sistema universal de telecomunicaciones móviles ("UMTS"). Diferentes tipos de datos pueden transmitirse a través de diferentes protocolos, o los mismos tipos de datos pueden transmitirse a través de diferentes protocolos.

El sistema 402 de procesamiento de datos puede incluir una interfaz 404, un generador 406 de modelos, un motor 408 de previsión, un generador 410 de mapas o un repositorio 412 de datos remoto. El sistema 402 de procesamiento de datos puede incluir hardware o una combinación de hardware y software, tal como buses de comunicaciones, circuitos, procesadores, interfaces de comunicaciones, entre otros, similares al ATIS 102. El sistema 402 de procesamiento de datos puede estar conectado al vehículo 101 por medio de la red 401. El sistema 402 de

procesamiento de datos puede conectarse a la red 401 por medio de una conexión cableada o inalámbrica.

Cada uno del uno o más componentes del sistema 402 de procesamiento de datos puede implementarse usando hardware o una combinación de software y hardware. Cada componente del sistema 402 de procesamiento de datos puede incluir circuitos lógicos (por ejemplo, una unidad central de procesamiento o CPU) que responden a y procesan una o más instrucciones extraídas de una unidad de memoria (por ejemplo, memoria, dispositivo de almacenamiento o repositorio 412 de datos remoto). Cada componente del sistema 402 de procesamiento de datos puede incluir o usar un microprocesador o un procesador multinúcleo. Un procesador multinúcleo puede incluir dos o más unidades de procesamiento en un único componente informático. Cada componente del sistema 402 de procesamiento de datos puede basarse en cualquiera de estos procesadores, o en cualquier otro procesador capaz de funcionar como se describe en el presente documento. Cada procesador puede utilizar paralelismo de nivel de instrucción, paralelismo de nivel de hilo, diferentes niveles de memoria caché, etc. Por ejemplo, el sistema 402 de procesamiento de datos puede incluir un dispositivo lógico tal como un dispositivo informático o servidor que tiene al menos un procesador.

El uno o más componentes o elementos del sistema 402 de procesamiento de datos pueden ser uno o más componentes separados, un único componente o ser parte del sistema 402 de procesamiento de datos. Por ejemplo, el generador 406 de modelos (o los otros componentes del sistema 402 de procesamiento de datos) pueden incluir una o más combinaciones de hardware y software, tal como uno o más procesadores configurados para iniciar comandos de generación de modelos, iniciar comandos de actualización de modelos y transmitir o recibir la información de modelos. El uno o más componentes pueden funcionar individualmente externos al sistema 402 de procesamiento de datos.

El uno o más componentes del sistema 402 de procesamiento de datos pueden configurarse o actualizarse por el dispositivo administrador 422. El uno o más componentes del sistema 402 de procesamiento de datos pueden estar conectados o acoplados comunicativamente entre sí. La conexión entre los diversos componentes del sistema 402 de procesamiento de datos puede ser cableada o inalámbrica, o cualquier combinación de las mismas.

La interfaz 404 del sistema 402 de procesamiento de datos puede incluir uno o más puertos para conectarse a la red 401 o al dispositivo administrador 422. El uno o más puertos pueden incluir, por ejemplo, un puerto serie, un puerto USB, un puerto Ethernet o un receptor y transmisor Bluetooth. La interfaz 404 puede transmitir o recibir una o más informaciones del repositorio 412 de datos remoto hacia o desde el vehículo 101 o el dispositivo administrador 422. La información del repositorio 412 de datos remoto puede incluir un mapa 414 de calor, una técnica 416 de previsión, un modelo 418 de inspección y datos históricos 420. La interfaz 404 del sistema 402 de procesamiento de datos puede ser similar a la interfaz 106 del ATIS 102. Por ejemplo, la interfaz 404 puede estar provista de una o más informaciones de inspección por el vehículo 101 para almacenar o actualizar los datos históricos 420. La interfaz 404 puede estar provista de una o más informaciones de inspección previas procedentes de una pluralidad de inspecciones de tanques 202 por el dispositivo administrador 422 para actualizar los datos históricos 420.

El generador 406 de modelos puede generar un modelo 418 de inspección basado en riesgo basándose en una serie temporal de métricas 136 de calidad determinadas basándose en datos de grosor ultrasónicos o los bucles de corriente eléctrica proporcionados por el dispositivo 122 de inspección que se extienden hacia una o más porciones del tanque 202. El modelo 418 de inspección puede almacenarse en el repositorio 412 de datos remoto. En algunas implementaciones, la métrica 136 de calidad solo puede almacenar una o más informaciones sin procesar del tanque 202 basándose en la información del dispositivo 122 de inspección. El generador 406 de modelos puede acceder o utilizar los datos históricos 420 del tanque 202, comprendiendo los datos históricos 420 una o más informaciones de las métricas 136 de calidad procedentes de una o más inspecciones anteriores de varios tanques 202. El generador 406 de modelos puede generar un modelo basándose en una previsión del motor 408 de previsión usando la técnica 416 de previsión. La previsión puede proporcionar una indicación de uno o más niveles predichos de grosor del tanque 202 basándose en una o más informaciones de los datos históricos 420.

El generador 406 de modelos puede agregar una o más métricas 136 de calidad histórica a partir de los datos históricos 420 obtenidos de una pluralidad de inspecciones de tanque para pronosticar un nivel de grosor del tanque 202 basándose en la métrica 136 de calidad. Las métricas 136 de calidad histórica indican uno o más niveles de grosor del tanque 202. El nivel de grosor previsto del tanque 202 puede indicar el riesgo de fuga del tanque 202, el riesgo puede proporcionarse al dispositivo administrador 422. Por ejemplo, una pluralidad de métricas 136 de calidad del tanque 202 obtenidas del año 2018 pueden agregarse con una métrica 136 de calidad del tanque 202 obtenida del año 2019 usando el motor 408 de previsión. El motor 408 de previsión puede utilizar la técnica 416 de previsión para indicar una tasa de deterioro del tanque 202, que puede basarse en la diferencia entre la métrica de calidad de 2019 y la métrica de calidad de 2018. El generador 406 de modelos puede recibir la indicación de la tasa de deterioro del tanque 202 y generar un modelo 418 de inspección basado en riesgo que puede indicar un tiempo el que se producirá una fuga en una o más porciones del tanque 202.

Las entradas al modelo 418 de inspección basado en riesgo pueden incluir dibujos de diseño y construcción originales, así como información sobre la calidad de los materiales y las técnicas de fabricación (por ejemplo, soldadura) usadas para construir el tanque, lo que puede proporcionar una línea base para futuras inspecciones. Un registro de las condiciones de funcionamiento puede permitir la verificación de que el tanque se hizo funcionar dentro de sus límites funcionales (por ejemplo, nivel de llenado máximo). Un historial de métricas de calidad del suelo del tanque, registradas

durante inspecciones anteriores, puede usarse como controlador principal para establecer tendencias de deterioro usando una variedad de modelos asociados con diferentes tipos de deterioros (por ejemplo corrosión general, local o por picadura). El motor 408 de previsión puede realizar un análisis de riesgo determinando la probabilidad de fallo, que se convierte entonces en un periodo de tiempo después del cual el tanque debe ponerse fuera de servicio para reparaciones. El motor 408 de previsión puede evaluar la probabilidad de fallo basándose en un enfoque cualitativo (criterio de ingeniería/expertos y experiencia usando términos cualitativos tales como muy poco probable, poco probable, posible, probable o muy probable), un enfoque semicualitativo (modificación de la frecuencia de fallo de suelo nominal (si está disponible) mediante factores específicos para la gestión y el entorno del suelo particular) o un enfoque cuantitativo (método de análisis de la fiabilidad estructural). La salida del modelo puede incluir un periodo de tiempo en donde el tanque puede permanecer en servicio hasta que el tanque debe ponerse fuera de servicio para reparaciones. Por lo tanto, el generador 406 de modelos puede generar un modelo de inspección basado en riesgo basándose en una serie temporal de métricas de calidad (por ejemplo, determinadas basándose en los bucles de corriente eléctrica proporcionados por el dispositivo de inspección que se extienden hacia la porción del tanque), y agregar las métricas de calidad histórica obtenidas de una pluralidad de inspecciones de tanque para prever un nivel de grosor del tanque basándose en la métrica de calidad.

El motor 408 de previsión puede acceder a una o más técnicas 416 de previsión para realizar una predicción de riesgo del tanque 202. El riesgo puede indicar un nivel de corrosión del tanque 202, una indicación del grosor del tanque 202 a lo largo del tiempo, o un tiempo de fuga del tanque 202. El riesgo puede determinarse basándose en una métrica 136 de calidad histórica, un nivel histórico de fluido inflamable o un entorno histórico del tanque 202. La métrica 136 de calidad histórica puede indicar uno o más niveles de grosor del tanque 202 a partir de una o más inspecciones anteriores. El nivel histórico de fluido inflamable puede indicar una pluralidad de niveles periódicos de fluido inflamable del tanque 202 basándose en la información del nivel de fluido inflamable proporcionada por el dispositivo administrador 422, o los datos históricos 420 que incluyen información del nivel de fluido inflamable de una inspección previa del tanque 202. El entorno histórico o una información ambiental del tanque 202 puede indicar una pluralidad de información periódica basándose en la información atmosférica (por ejemplo, gases y otras partículas atmosféricas) o una información climática proporcionada por el dispositivo administrador 422 o los datos históricos 420 que comprenden una o más condiciones ambientales (por ejemplo, temperatura, humedad, etc.) del tanque 202 basándose en una o más inspecciones anteriores. El motor 408 de previsión puede generar un gráfico para indicar una tasa de corrosión basándose en uno o más datos históricos 420 que contienen una pluralidad de métricas 136 de calidad a partir de una pluralidad de inspecciones, el gráfico puede ser una comparación de tiempo con respecto a grosor. La métrica 136 de calidad de los datos históricos 420 puede ser uno o más puntos en el gráfico, por ejemplo, el motor 408 de previsión puede usar una primera métrica 136 de calidad de una inspección del tanque 202 realizada en el año 2010 y una segunda métrica 136 de calidad de una inspección realizada en el año 2015 para generar una línea en el gráfico que ilustra una tasa lineal de disminución del tanque 202. El motor 408 de previsión puede usar además la pluralidad de métricas 136 de calidad, tales como 50 métricas 136 de calidad a lo largo de un tiempo, para predecir un intervalo de tiempo para fugas basándose en la condición del tanque 202. La condición del tanque 202 puede incluir una ubicación geográfica del tanque 202, un nivel de combustible contenido en el tanque 202, o un grosor actual del tanque 202. En algunas implementaciones, el gráfico puede mostrar una tasa de disminución lineal basada en el grosor del tanque 202 de 20 cm a 15 cm y una tasa de disminución exponencial basada en el grosor del tanque de 15 cm a 0 cm.

El generador 410 de mapas puede generar un mapa 414 de calor del tanque 202 basándose en la métrica 136 de calidad de la una o más porciones del tanque 202. El generador 410 de mapas puede iniciar una generación del mapa 414 de calor, basándose en que el vehículo 101 proporcione el mapa 130 de tanque y la métrica 136 de calidad al sistema 402 de procesamiento de datos por medio de la red 401. El generador 410 de mapas puede agregar la información del mapa 130 de tanque y la información de la métrica 136 de calidad para generar un mapa 414 de calor que indica uno o más niveles de grosor de una pluralidad de porciones del tanque 202 usando una pluralidad de códigos de color. La pluralidad de códigos de color puede variar de rojo a verde a azul. Por ejemplo, una porción muy gruesa del tanque 202 puede estar codificada en color con azul, una porción muy fina del tanque 202 puede estar codificada en color con rojo, y un espectro de color entre el azul y el rojo puede indicar el aumento o disminución gradual del grosor de la una o más porciones del tanque 202. El generador 410 de mapas puede generar un mapa 414 de calor en 2D o un mapa 414 de calor en 3D del tanque 202 que indica el grosor de la pluralidad de porciones del tanque 202.

El repositorio 412 de datos remoto puede incluir el mapa 414 de calor, la técnica 416 de previsión, el modelo 418 de inspección o los datos históricos 420. El repositorio 412 de datos remoto puede incluir almacenamiento (por ejemplo, unidades de disco duro, unidades de estado sólido, disquetes, cinta magnética, etc.) que puede almacenar información del tanque incluyendo información asociada con inspecciones previas de uno o más tanques. El repositorio 412 de datos remoto puede almacenar información ambiental. La información ambiental puede incluir, por ejemplo, información atmosférica (por ejemplo, presión, gases, partículas atmosféricas), información climática (por ejemplo, temperatura, humedad, radiación y cantidad de lluvia), información topográfica, información de altitud, información del suelo o información del subsuelo. El sistema 402 de procesamiento de datos puede obtener la información ambiental del vehículo 101. El sistema 402 de procesamiento de datos puede obtener la información ambiental de bases de datos o fuentes externas. El dispositivo administrador 422 puede proporcionar la información ambiental al sistema 402 de procesamiento de datos.

El mapa 414 de calor puede incluir o almacenar una pluralidad de mapas 130 de tanque codificados por color del

tanque 202 generados por el generador 410 de mapas. El código de color puede variar de rojo a verde a azul. El mapa 414 de calor puede utilizar la pluralidad de códigos de color para proporcionar una representación gráfica del mapa 130 de tanque que indica el nivel de grosor del tanque 202. Por ejemplo, una porción muy gruesa del tanque 202 puede estar codificada en color con azul, una porción muy fina del tanque 202 puede estar codificada en color con rojo, y un espectro de color entre el azul y el rojo puede indicar el aumento o disminución gradual del grosor de la una o más porciones del tanque 202. El mapa 414 de calor puede indicar la textura del tanque 202 basándose en la información del nivel de grosor. La textura del tanque 202 puede representar una o más protuberancias o una o más depresiones del tanque 202. La pluralidad de códigos de color puede configurarse por el dispositivo administrador 422. El mapa 414 de calor puede proporcionarse al dispositivo administrador 422 para visualizar la representación gráfica del mapa 130 de tanque. El mapa 414 de calor puede almacenar un mapa 414 de calor 2-D o un mapa 414 de calor 3-D del tanque 202 generado por el generador 410 de mapas.

La técnica 416 de previsión puede incluir una pluralidad de técnicas de previsión de serie temporal para determinar un modelo 418 de inspección basado en riesgo. El motor 408 de previsión puede acceder o utilizar la técnica 416 de previsión. El riesgo puede representar una tasa de deterioro del tanque 202 basándose en la diferencia entre el nivel de grosor presente y uno o más niveles de grosor pasados del tanque 202, la información ambiental o los datos históricos 420. El riesgo puede representar además un tiempo de fuga predicho de la una o más porciones del tanque 202 o la indicación de uno o más niveles de grosor del tanque 202 a lo largo del tiempo. El tiempo de fuga predicho puede basarse en el nivel de grosor presente de la una o más porciones del tanque 202 y la tasa de corrosión del tanque 202. La técnica 416 de previsión puede ayudarse por una técnica de aprendizaje automático o una o más informaciones procedentes del dispositivo administrador 422.

El modelo 418 de inspección puede almacenar una pluralidad de modelos basados en riesgo basándose en la serie temporal de métricas 136 de calidad generadas por el generador 406 de modelos. El modelo 418 de inspección puede ser un informe legible por seres humanos. El modelo 418 de inspección puede proporcionarse al dispositivo administrador 422 que indica la tasa de corrosión del tanque 202, al menos una indicación del grosor del tanque 202 a lo largo del tiempo, o el tiempo de fuga predicho del tanque 202. El modelo 418 de inspección puede presentarse en un formato gráfico o en una tabla. Por ejemplo, el modelo 418 de inspección puede generarse y almacenarse en el repositorio 412 de datos remoto por el generador 406 de modelos. El dispositivo administrador 422 puede acceder y obtener el modelo 418 de inspección para mostrar un modelo 418 de inspección, que puede incluir la indicación de la tasa de corrosión, el grosor a lo largo del tiempo o el tiempo de fuga predicho del tanque 202. El modelo 418 de inspección puede usarlo el dispositivo administrador 422 para identificar un tiempo de mantenimiento para una o más porciones del tanque 202, al menos un ciclo de inspección para el tanque 202, o al menos una indicación de que se produce una fuga del tanque 202. La fuga que se produce del tanque 202 puede basarse en una ausencia de una o más porciones del tanque 202 identificadas por el dispositivo 122 de inspección.

Los datos históricos 420 pueden incluir o almacenar una o más métricas 136 de calidad que pueden indicar el nivel de grosor del tanque 202. Los datos históricos 420 pueden incluir o almacenar una pluralidad de métricas 136 de calidad de una o más inspecciones anteriores de una pluralidad de tanques 202. Cada tanque 202 de la pluralidad de tanques 202 puede ser diferente en al menos dimensión, construcción o ubicación. Los datos históricos 420 pueden incluir o almacenar un nivel de fluido inflamable del tanque 202, las dimensiones del tanque 202 o la información ambiental del tanque 202. La información ambiental puede incluir información atmosférica (por ejemplo, gases y otras partículas atmosféricas) o una condición ambiental (por ejemplo, temperatura, humedad, presión o altitud) del tanque 202. Los datos históricos 420 pueden obtenerse, configurarse o actualizarse por el dispositivo administrador 422. El motor 408 de previsión o el generador 406 de modelos pueden acceder a los datos históricos 420 para generar un modelo 418 de inspección. El vehículo 101 puede recibir datos históricos por medio de una red.

El dispositivo administrador 422 puede incluir una interfaz 404 similar al sistema 402 de procesamiento de datos o al ATIS 102. La interfaz puede incluir una pantalla LCD, puerto serie, puerto USB, puerto de pantalla, puerto Ethernet o receptor y transmisor Bluetooth. El dispositivo administrador 422 puede conectarse al sistema 402 de procesamiento de datos a través de una conexión cableada o inalámbrica a la interfaz 404 del sistema 402 de procesamiento de datos. El dispositivo administrador 422 puede estar remoto al sistema 402 de procesamiento de datos. El dispositivo administrador 422 puede configurar o actualizar uno o más componentes del sistema 402 de procesamiento de datos que pueden incluir el generador 406 de modelos, el motor 408 de previsión, el generador 410 de mapas o el repositorio 412 de datos remoto.

El administrador puede estar provisto de un modelo 418 de inspección basado en riesgo basado en una serie temporal de métricas 136 de calidad, el modelo 418 de inspección puede mostrarse en el dispositivo administrador 422 que ilustra uno o más riesgos del tanque 202 que incluyen la tasa de corrosión del tanque 202, al menos una indicación del grosor del tanque 202 a lo largo del tiempo, o el tiempo de fuga predicho del tanque 202. El dispositivo 422 de inspección puede actualizar los datos históricos 420 con una o más métricas 136 de calidad de una pluralidad de tanques 202 por medio de la interfaz 404. El dispositivo administrador 422 puede actualizar los datos históricos 420 con una o más informaciones ambientales del tanque 202. El dispositivo administrador 422 puede proporcionar uno o más ajustes para ajustar uno o más códigos de color del mapa 414 de calor o ajustar un tipo de mapa 414 de calor para generar (por ejemplo, 2-D o 3-D). El dispositivo administrador 422 puede actualizar la técnica 416 de previsión basándose en recibir una técnica diferente para previsión. El dispositivo administrador 422 puede identificar un tiempo de mantenimiento para una o más porciones del tanque 202, un ciclo de inspección para el tanque 202 o una indicación

de que se produce una fuga del tanque 202 basándose en el modelo 418 de inspección.

La figura 5 es un diagrama de flujo de un método de ejemplo para inspeccionar un tanque que contiene un fluido inflamable. El método 500 puede realizarse por el sistema 100, el sistema 400 o uno o más componentes del mismo. En breve resumen, en la etapa 502, un cabrestante puede bajar al menos un vehículo al tanque que contiene fluido inflamable por medio de un cable. En la etapa 504, el cabrestante puede retirar el cable del tanque. En la etapa 506, el vehículo puede ejecutar el programa de diagnóstico. En la etapa 508, el vehículo puede determinar iniciar un proceso de salida basándose en el resultado del programa de diagnóstico. En la etapa 510, el vehículo puede determinar iniciar un proceso de inspección de tanque basándose en el resultado del programa de diagnóstico. En la etapa 512, el vehículo puede desactivar la hélice para evitar mover el vehículo. En la etapa 514, el vehículo puede moverse a través del fluido inflamable mediante una hélice. En la etapa 516, el vehículo puede generar un mapa del tanque. En la etapa 518, el vehículo puede determinar una primera posición del vehículo en el mapa del tanque. En la etapa 520, el vehículo puede hacer que la hélice se mueva desde la primera posición hasta una segunda posición. En la etapa 522, el vehículo puede determinar una métrica de calidad para al menos una porción del tanque 202 correspondiente a la segunda posición. En la etapa 524, el vehículo puede almacenar la métrica 136 de calidad en el repositorio de recursos del vehículo. En la etapa 526, el vehículo puede iniciar el proceso de salida basándose en una condición de salida del resultado del programa de diagnóstico.

Todavía con referencia a la figura 5, y con más detalle, un cabrestante puede bajar un vehículo 101 al tanque que contiene fluido inflamable por medio de un cable en la etapa 502. El vehículo puede incluir una unidad de control, batería, sensor, hélice, dispositivo de determinación de distancia, dispositivo de inspección, mecanismo de bloqueo o repositorio de recursos del vehículo. El cable del cabrestante puede conectarse al vehículo por medio del mecanismo de pestillo. El mecanismo de pestillo puede configurarse por la unidad de control para recibir una indicación de un estado del mecanismo de pestillo, el estado puede indicar la conexión del cable al pestillo del vehículo que incluye un estado conectado o un estado desconectado. El estado del mecanismo de pestillo puede usarse para bloquear el pestillo al vehículo o liberar el pestillo del vehículo.

El cabrestante puede bajar el vehículo al tanque a una velocidad o tasa predeterminada. El cabrestante puede bajar el vehículo al tanque basándose en la cantidad de fluido que queda en el tanque, o la cantidad de fluido contenido en el tanque. Dependiendo del nivel del fluido en el tanque, el cabrestante puede bajar el vehículo a una velocidad más lenta. El cabrestante puede recibir una indicación del nivel de fluido dentro del tanque, o determinar de otro modo el nivel del fluido. Por ejemplo, el cabrestante puede incluir un dispositivo de entrada o procesador que recibe una indicación del nivel de fluido en el tanque, o determina de otro modo el nivel de fluido dentro del tanque. El cabrestante puede preconfigurarse para bajar el vehículo al tanque a una velocidad predeterminada o velocidad por defecto.

Por ejemplo, un tanque u otro administrador puede determinar la distancia desde un techo flotante hasta el suelo del tanque con una precisión razonable usando un medidor, dibujos de construcción predeterminados o una cinta métrica (por ejemplo, el cable usado para lanzar y recuperar el vehículo puede incluir marcas cada 3 metros (10 pies), por ejemplo). El administrador del tanque puede proporcionar esta información al sistema.

En la etapa 504, el cabrestante puede retirar el cable del tanque después de desplegar el vehículo. El cabrestante puede retirar el cable del tanque después de que el cabrestante haya sumergido el vehículo en el fluido inflamable o haya bajado el vehículo al suelo del tanque. El cabrestante puede determinar retirar el cable del tanque basándose en, o en respuesta a, una indicación. El cabrestante puede recibir una indicación de un sensor que indica que el vehículo ha entrado en contacto con el suelo del tanque, o que el pestillo ha desconectado el cable del vehículo. El cabrestante puede recibir una indicación de un sensor de que el vehículo se ha sumergido al menos parcialmente en el fluido inflamable, o de otro modo ha entrado en contacto con el fluido inflamable o el suelo del tanque. El cabrestante puede retirar el cable basándose en un intervalo de tiempo. Por ejemplo, el cabrestante puede determinar retirar o levantar el cable del tanque basándose en la expiración de un temporizador de cuenta atrás que se establece basándose en un proceso de despliegue predeterminado del vehículo. En otro ejemplo, el cabrestante puede determinar retirar el cable basándose en la detección de que una tensión en el cable ha caído por debajo de un umbral, lo que puede indicar que el vehículo ha entrado en contacto con el suelo del tanque y está soportándose por el suelo del tanque en lugar del cable.

El sensor del cabrestante puede determinar que el vehículo se bajó al fluido inflamable basándose en la diferencia en la fuerza medida por el sensor. Por ejemplo, el vehículo puede pesar 100 kg. El sensor puede detectar una fuerza de 1000 N a medida que el vehículo se baja al tanque, pero antes de que el vehículo entre en contacto con el fluido. El sensor puede detectar la fuerza basándose en una tensión asociada con el cable que conecta el vehículo al cabrestante. Cuando el vehículo entra en contacto con el fluido inflamable, el sensor puede detectar una reducción en la fuerza. Por ejemplo, el sensor puede detectar una fuerza de 750 N cuando el vehículo entra en contacto con el fluido inflamable. A medida que el vehículo se sumerge cada vez más en el fluido, el sensor puede detectar una reducción adicional en la fuerza hasta que el vehículo se sumerge completamente en el fluido. Sin embargo, dado que el vehículo puede tener flotabilidad negativa, el sensor puede aún detectar alguna fuerza distinta de cero, aunque la fuerza detectada puede ser significativamente menor que el peso originalmente detectado del vehículo. El sensor puede detectar una fuerza constante, o una fuerza sustancialmente constante (por ejemplo, variación de menos del 5 %) entre el vehículo completamente sumergido en el fluido y justo antes de que el vehículo entre en contacto con el suelo del tanque. Cuando el vehículo entra en contacto con el suelo del tanque, el sensor puede detectar una reducción

adicional de la fuerza. Por ejemplo, el sensor puede detectar una fuerza casi nula, o una fuerza solo debida al peso del cable, cuando el vehículo entra en contacto con el suelo del tanque porque el suelo del tanque puede soportar el peso del vehículo.

5 Por lo tanto, el cabrestante puede determinar, basándose en una diferencia entre las fuerzas medidas por el sensor, enrollar el cable basándose en el vehículo sumergido al menos parcialmente en el fluido inflamable o el vehículo que alcanza el suelo del tanque. El cabrestante puede determinar además retirar el cable del tanque basándose en un temporizador. El temporizador puede predeterminarse basándose en datos históricos que indican el tiempo para que el vehículo se baje al tanque y se desconecte el cable del pestillo.

10 En la etapa 506, el vehículo puede ejecutar el programa de diagnóstico. El vehículo puede obtener el programa de diagnóstico de la memoria o el almacenamiento. El vehículo puede seleccionar un programa de diagnóstico basándose en un criterio o factor asociado con el tanque al que se baja el vehículo. El vehículo puede ejecutar el programa de diagnóstico para determinar o identificar un diagnóstico o resultado de diagnóstico. El vehículo puede usar el programa de diagnóstico, o los resultados del mismo, para determinar si iniciar un proceso de inspección de tanque. Por ejemplo, si los resultados del programa de diagnóstico indican que no hay errores del sistema, o que se han cumplido las condiciones asociadas con la realización de un proceso de inspección de tanque exitoso, el vehículo puede comenzar la inspección del tanque. Los resultados del programa de diagnóstico pueden indicar una condición de funcionamiento o estado de uno o más componentes del ATIS o vehículo. El programa de diagnóstico puede detectar el estado del cable, que puede indicar la conexión del cable al vehículo. La condición de funcionamiento puede incluir la condición de salida, la condición de espera, el estado de baja potencia, el estado de enfriamiento o el estado de alto rendimiento.

20 En la etapa 508, el vehículo puede determinar iniciar un proceso de salida basándose en el resultado del programa de diagnóstico. El resultado del programa de diagnóstico puede indicar una condición de salida basándose en al menos una cantidad de potencia disponible en la batería, la condición del vehículo o el uno o más componentes del ATIS (por ejemplo, temperatura, rendimiento, etc.), o una ausencia de indicación de una o más porciones no inspeccionadas del tanque. El vehículo puede determinar no iniciar el proceso de salida. En su lugar, el vehículo puede determinar iniciar el proceso de inspección del tanque basándose en el resultado del programa de diagnóstico. El vehículo puede determinar no iniciar el proceso de salida, sino ejecutar la etapa 520 basándose en el resultado del programa de diagnóstico en respuesta al almacenamiento de la métrica de calidad como en la etapa 524.

30 En la etapa 510, el vehículo puede determinar si iniciar un proceso de inspección de tanque basándose en el resultado del programa de diagnóstico. Si el vehículo determina no iniciar el proceso de inspección de tanque en la etapa 510, el vehículo puede proceder a la etapa 512. El vehículo puede determinar no iniciar el proceso de inspección del tanque basándose en el resultado del programa de diagnóstico. El vehículo puede desactivar la hélice para evitar mover el vehículo basándose en no iniciar el proceso de inspección del tanque, como en la etapa 512. En otra implementación, el programa de diagnóstico puede ejecutarse antes de que el sistema de pestillo del vehículo separe el vehículo del cable. Al hacerlo, se facilita la recuperación si se encuentran errores durante la ejecución del programa de diagnóstico.

35 Por ejemplo, el vehículo puede desactivar la hélice para evitar mover el vehículo. La hélice puede desactivarse por la unidad de control usando el programa de control de hélice basándose en el resultado del programa de diagnóstico. El vehículo puede ejecutar entonces el programa de diagnóstico en respuesta a la desactivación de la hélice. El vehículo puede ejecutar el programa de diagnóstico de una manera similar a la etapa 506. El resultado del programa de diagnóstico puede indicar al menos una condición de funcionamiento que incluye una condición de espera o un estado de enfriamiento. El estado de enfriamiento puede basarse en la temperatura del vehículo o el uno o más componentes del ATIS. La condición de espera puede basarse en el programa de diagnóstico que requiere uno o más resultados adicionales, por ejemplo, resultados de la prueba de los componentes del ATIS.

45 Sin embargo, si el vehículo determina iniciar el proceso de inspección del tanque en la etapa 510, el vehículo puede pasar a la etapa 514. En la etapa 514, el vehículo puede iniciar el proceso de inspección del tanque generando y proporcionando uno o más comandos, tales como un comando para mover el vehículo a través del fluido inflamable. El vehículo puede moverse a través del fluido inflamable mediante una hélice. El vehículo puede ejecutar, por la unidad de control, el programa de diagnóstico antes de hacer que la hélice mueva el vehículo. El vehículo puede usar la hélice para moverse a una pluralidad de porciones del tanque. El vehículo puede usar el dispositivo de determinación de distancia concurrente con atravesar la pluralidad de porciones del tanque. El vehículo puede configurar la hélice para girar en una pluralidad de direcciones para mover el vehículo en una o más direcciones.

50 En la etapa 516, el vehículo puede generar un mapa del tanque. La generación del mapa 130 de tanque puede basarse en el vehículo que atraviesa la pluralidad de porciones del tanque. El vehículo puede generar además un mapa sin atravesar la pluralidad de porciones del tanque usando el dispositivo de determinación de distancia, tal como un sensor de infrarrojos, un sensor ultrasónico, un sensor de radiación electromagnética (láser) o un sensor de radar. El mapa del tanque puede almacenarse en el mapa del tanque dentro del repositorio de recursos del vehículo. En algunas implementaciones, la unidad 104 de control del vehículo puede detectar una condición de salida basándose en el mapa de tanque generado, por ejemplo, el vehículo puede dotarse, basándose en la potencia disponible de la batería correspondiente al tamaño del tanque, de la condición de salida mediante el programa de diagnóstico.

En la etapa 518, el vehículo puede determinar una primera posición del vehículo en el mapa 130 de tanque. La primera

posición puede determinarse basándose en la información proporcionada por el dispositivo de determinación de distancia, por ejemplo, el dispositivo de determinación de distancia puede configurarse por la unidad 108 de mapeo para identificar o actualizar la posición del vehículo. La primera posición puede indicar la posición de la tapa con respecto al tanque, la tapa usada para bajar el vehículo al tanque. La primera posición 302 puede ser la primera porción no inspeccionada del tanque. El vehículo puede determinar, por la unidad de control basándose en uno o más resultados del programa de diagnóstico, iniciar el proceso de inspección del tanque. En algunas implementaciones, el proceso de inspección del tanque puede ordenar al vehículo que determine una métrica de calidad para la primera posición. El vehículo puede proporcionar una indicación de una porción inspeccionada al mapa de tanque o eliminar una indicación de una porción no inspeccionada del mapa de tanque usando el dispositivo de determinación de distancias en respuesta a la determinación de la métrica de calidad para la primera posición del tanque.

En la etapa 520, el vehículo puede hacer que la hélice se mueva desde la primera posición hasta una segunda posición usando la unidad de control. La unidad de control puede proporcionar un comando para hacer que la hélice mueva el vehículo desde la primera posición hasta la segunda posición basándose en al menos la primera posición determinada o la métrica 136 de calidad determinada correspondiente a la primera posición basándose en el proceso de inspección del tanque. El vehículo puede configurarse por la unidad de control, basándose en el programa 138 de diagnóstico, para desactivar la hélice para evitar que la hélice mueva el vehículo desde la segunda posición. La segunda posición puede corresponder a al menos una porción no inspeccionada del tanque. La velocidad de la hélice puede establecerse o ajustarse por la unidad de control basándose en el resultado del programa 138 de diagnóstico, el resultado puede ser una condición de funcionamiento, tal como, una condición de salida, una condición de espera, un estado de baja potencia, un estado de enfriamiento o un estado de alto rendimiento, tal como se describe en la figura 1. La velocidad de la hélice puede establecerse o ajustarse basándose en una posición actual del vehículo en el mapa de tanque. Por ejemplo, la unidad de control puede aumentar la velocidad de la hélice para moverse desde la primera posición, disminuir la velocidad de la hélice antes de alcanzar la segunda posición, y desactivar la hélice basándose en que el vehículo alcance la segunda posición. La unidad de control puede configurar la hélice para mover el vehículo en una dirección diferente (por ejemplo, hacia atrás o hacia los lados) basándose en que el vehículo se desvíe de la segunda posición.

En la etapa 522, el vehículo puede determinar una métrica de calidad para al menos una porción del tanque correspondiente a la segunda posición en el mapa de tanque por medio del dispositivo de inspección. El dispositivo de inspección puede incluir un sensor magnético, una matriz de sensores magnéticos, un sistema de matriz ultrasónica, un sistema de matriz en fase ultrasónica o un dispositivo de barrido. El dispositivo de barrido puede incluir una escobilla para barrer una o más sustancias de al menos una porción del tanque. La métrica de calidad puede indicar un grosor de la porción del tanque en la segunda posición dentro del tanque. El vehículo puede determinar, basándose en la métrica de calidad de la porción del tanque, determinar una métrica de calidad adicional para la porción del tanque, la métrica de calidad adicional puede determinarse usando al menos un componente diferente del dispositivo de inspección. Por ejemplo, el vehículo puede determinar una métrica de calidad correspondiente a la segunda posición usando el sensor magnético del dispositivo de inspección, determinar la calidad de la información del dispositivo de inspección y determinar una métrica de calidad adicional correspondiente a la segunda posición usando el sistema de matriz ultrasónica basándose en la obtención de una información de baja calidad de la métrica de calidad. La calidad de la información puede basarse en una relación señal a ruido.

El vehículo puede recopilar datos de múltiples dispositivos de detección o dispositivos de inspección simultáneamente (por ejemplo, al mismo tiempo o en tiempos solapantes o inmediatamente uno después del otro). El vehículo puede registrar datos de ambos sensores para su procesamiento adicional. El vehículo puede realizar análisis en tiempo real de los datos para determinar si un sensor está defectuoso, y conmutar al otro sensor.

En la etapa 524, el vehículo puede almacenar la métrica de calidad en el repositorio de recursos del vehículo. La métrica de calidad puede corresponder a al menos la primera posición o la segunda posición dentro del tanque. El repositorio de recursos del vehículo puede ser una estructura de datos en la memoria del vehículo. La unidad de control puede acceder al repositorio de recursos del vehículo. La métrica de calidad correspondiente a una posición puede indicar la una o más porciones inspeccionadas del tanque. La indicación de al menos una porción no inspeccionada del tanque puede basarse en una ausencia de la métrica de calidad correspondiente a la porción del tanque, que puede liberarse en respuesta al almacenamiento de la métrica de calidad correspondiente a la porción del tanque. El vehículo puede iniciar el programa de diagnóstico en respuesta al almacenamiento de la métrica de calidad en el repositorio de recursos del vehículo. El resultado del programa de diagnóstico puede configurar el vehículo para iniciar el proceso de salida o hacer que la hélice mueva el vehículo a al menos una porción no inspeccionada del tanque similar a mover el vehículo desde la primera posición hasta la segunda posición, como en la etapa 520.

En la etapa 526, el vehículo puede iniciar el proceso de salida basándose en una condición de salida del resultado del programa de diagnóstico. El programa de diagnóstico proporciona la condición de salida basándose en generar el mapa de tanque, la potencia disponible en la batería, la ausencia de al menos una porción no inspeccionada del tanque, o una expiración de un temporizador del proceso de inspección del tanque, tal como se describe en la figura 1. El proceso de salida puede incluir uno o más comandos para al menos mover el vehículo hacia la primera posición del tanque, que puede ser la posición de la tapa 204, enrollar el cable al vehículo, hacer que el mecanismo de pestillo vuelva a enganchar el cable para acoplar el cable al vehículo, o terminar el funcionamiento del vehículo. La terminación

del funcionamiento del vehículo puede incluir desactivar los componentes del vehículo.

La figura 6 es un diagrama de flujo de un método de ejemplo para inspeccionar un tanque que contiene un fluido inflamable. El método 600 puede realizarlo el sistema 100, el sistema 400 o uno o más componentes del mismo. En breve resumen, en la etapa 602, un cabrestante puede bajar al menos un vehículo a un tanque que contiene un fluido inflamable a través de un cable. En la etapa 604, el cabrestante puede retirar el cable del tanque. En la etapa 606, un dispositivo de inspección puede recibir al menos un comando para iniciar una inspección en una posición en el mapa identificada por un dispositivo de determinación de distancia. En la etapa 608, el dispositivo de inspección puede cambiar al menos un campo magnético para inducir bucles de corriente eléctrica. En la etapa 610, el dispositivo de inspección puede detectar uno o más valores correspondientes a los bucles inducidos de corriente eléctrica en una primera posición. En la etapa 612, el dispositivo de inspección puede proporcionar datos que comprenden los valores detectados para hacer que la unidad de control determine una métrica de calidad. En la etapa 614, el vehículo puede almacenar la métrica de calidad en la memoria del vehículo. En la etapa 616, el vehículo puede determinar obtener una métrica de calidad adicional. En la etapa 618, el vehículo puede determinar una métrica de calidad adicional correspondiente a la primera posición por medio de una matriz ultrasónica o un sistema de matriz en fase. En la etapa 620, el vehículo puede determinar iniciar un proceso de salida, como en la etapa 624, basándose en un resultado del programa de diagnóstico. En la etapa 622, la unidad de control puede configurar el vehículo para que se mueva a una porción no inspeccionada del tanque. En la etapa 624, el vehículo puede iniciar el proceso de salida.

Todavía con referencia a la figura 6, y con más detalle, un cabrestante puede bajar al menos un vehículo a un tanque que contiene un fluido inflamable por medio de un cable en la etapa 602 similar a la etapa 502 del método 500. En la etapa 604, el cabrestante puede retirar el cable del tanque después de desplegar el vehículo de manera similar a la etapa 504 del método 500. En la etapa 606, un dispositivo de inspección puede recibir al menos un comando de la unidad de control. El dispositivo de inspección puede recibir el comando en respuesta al dispositivo de determinación de distancia que identifica una primera posición del vehículo en el mapa de tanque. El comando puede incluir una instrucción para iniciar una inspección en la primera posición en el mapa. El comando puede basarse en el proceso de inspección del tanque, que puede configurarse basándose en un resultado del programa de diagnóstico. El comando puede incluir, por ejemplo, activar o desactivar el dispositivo de inspección, mover el dispositivo de inspección a una porción diferente del tanque correspondiente a la primera posición, o cambiar el tipo de dispositivo de inspección. El tipo de dispositivo de inspección puede cambiar, por ejemplo, de uno o más conductores magnéticos a un sistema de matriz ultrasónica o de matriz en fase o viceversa. El dispositivo de determinación de distancia puede recibir un comando, basándose en el proceso de inspección del tanque antes de que el dispositivo de inspección reciba el comando de inspección, para generar el mapa del tanque basándose en una pluralidad de ondas acústicas reflejadas por una o más porciones del tanque. Por lo tanto, el vehículo puede usar un dispositivo de inspección a la vez, alternar entre dispositivos de inspección, usar múltiples dispositivos de inspección simultáneamente, o cambiar de un dispositivo de inspección a otro basándose en una condición o un evento.

En la etapa 608, el dispositivo de inspección puede cambiar, en respuesta a la orden de iniciar la inspección, al menos un campo magnético en el uno o más conductores para inducir bucles de corriente eléctrica que se extienden hacia al menos una porción del tanque correspondiente a la primera posición en el mapa. El cambio del campo magnético puede incluir magnitud, intensidad, dirección, duración, tiempo de disminución o frecuencia para aumentar o disminuir la magnitud o intensidad de la corriente eléctrica basándose en el proceso de inspección. El dispositivo de inspección puede generar al menos una corriente parásita pulsada para medir el grosor o detectar la corrosión. Las corrientes parásitas pulsadas pueden contener un continuo de frecuencias, que pueden usarse para medir la respuesta electromagnética a diversas frecuencias que pueden usar una única etapa. El campo magnético, creado por una corriente eléctrica del dispositivo de inspección, puede penetrar a través de una o más capas o construcciones del tanque y estabilizarse en la capa del tanque. La corriente eléctrica generada por el dispositivo de inspección puede desactivarse para provocar una caída en el campo magnético, lo que puede dar como resultado corrientes parásitas que aparecen en las capas del suelo del tanque y disminuyen de intensidad con el tiempo. La sonda de corriente parásita pulsada puede usarse para monitorizar la disminución de las corrientes parásitas, el tiempo de disminución puede determinar el grosor del tanque. La magnitud de la corriente eléctrica en un bucle dado puede ser proporcional a la intensidad del campo magnético, al área del bucle y a la velocidad de cambio del flujo, e inversamente proporcional a la resistividad de un material.

El dispositivo de inspección puede generar corrientes parásitas mediante una pluralidad de conductores dispuestos en una matriz. Una matriz de corrientes parásitas pulsadas puede referirse a una tecnología de prueba no destructiva que puede proporcionar la capacidad de accionar múltiples bobinas de corrientes parásitas, que pueden estar colocadas una al lado de la otra en el dispositivo de inspección. Cada bobina de corrientes parásitas individual en el dispositivo de inspección envía un campo magnético intenso hacia el suelo por debajo de la bobina y luego libera bruscamente ese campo. Cada bobina mide entonces el tiempo de disminución de las corrientes parásitas asociadas con la liberación del campo magnético. El tiempo de disminución puede convertirse en una medición del grosor o del nivel de corrosión. El dispositivo de inspección puede accionarse electrónicamente y leer múltiples sensores de corrientes parásitas colocados uno al lado del otro en el mismo conjunto de dispositivo de inspección.

En la etapa 610, el dispositivo de inspección puede detectar uno o más valores correspondientes a los bucles inducidos de corriente eléctrica en una primera posición. El dispositivo de inspección puede volver a inspeccionar la primera posición del tanque basándose en al menos el proceso de inspección del tanque, o los valores detectados. Los valores

pueden ser una indicación de la distorsión, la magnitud o la intensidad del campo magnético o corriente eléctrica, una tasa de disminución del campo magnético o una duración del campo magnético que disminuye hasta cero. Los valores pueden indicar un defecto en el tanque, la corrosión del tanque o el grosor del tanque. Los valores pueden almacenarse en los datos recopilados del repositorio de recursos del vehículo, que puede determinar la métrica de calidad del tanque.

5 En la etapa 612, el dispositivo de inspección puede proporcionar datos que comprenden los valores detectados para hacer que la unidad de control determine una métrica de calidad en la porción del tanque correspondiente a la primera posición del vehículo en el mapa. Los datos pueden ser informaciones sin procesar detectadas por el dispositivo de inspección, que pueden proporcionarse a la unidad de control. La métrica de calidad puede determinar el grosor o el nivel de corrosión del tanque basándose en los datos. Por ejemplo, el dispositivo de inspección puede detectar la pluralidad de valores usando al menos una técnica de inspección (por ejemplo, corriente parásita pulsada o matriz de corrientes parásitas pulsadas), los valores pueden ser información sin procesar. El dispositivo de inspección puede agregar los valores en un único paquete de datos para proporcionarlos a la unidad de control. La unidad de control puede determinar la métrica de calidad del tanque basándose en los valores, indicando la métrica de calidad al menos el grosor o el nivel de corrosión del tanque. La métrica de calidad puede basarse en la corriente parásita pulsada o la matriz de corriente parásita pulsada correspondiente al menos a la primera posición o a la segunda posición del vehículo.

20 En la etapa 614, el vehículo puede almacenar la métrica de calidad en la memoria del vehículo (por ejemplo, repositorio de recursos del vehículo) similar a la etapa 524 del procedimiento 500. La métrica de calidad almacenada puede proporcionarse a un repositorio de datos remoto de un sistema de procesamiento de datos ("DPS") para almacenarse en datos históricos por medio de una red. Los datos históricos del repositorio de datos remoto del sistema de procesamiento de datos pueden incluir al menos una métrica de calidad almacenada previamente, la métrica de calidad puede indicar una métrica de corrosión predictiva basándose en una pluralidad de inspecciones del tanque realizadas por el vehículo durante un intervalo de tiempo. El generador de modelos puede generar un modelo de inspección basado en riesgo basado en una serie temporal de métricas de calidad determinadas basándose en los bucles de corriente eléctrica proporcionados por el dispositivo de inspección que se extienden hacia la porción del tanque. El generador 406 de modelos puede agregar los datos históricos obtenidos de la pluralidad de inspecciones del tanque, y pronosticar, basándose en un motor de previsión que usa los datos históricos, un nivel de grosor del tanque basándose en la métrica de calidad, como se hace referencia en la figura 4.

30 En la etapa 616, el vehículo puede determinar, basándose en el proceso de inspección del tanque o el resultado del programa de diagnóstico, obtener una métrica de calidad adicional en la porción del tanque correspondiente a la primera posición del vehículo en el mapa del tanque. La métrica de calidad adicional puede obtenerse usando un dispositivo de inspección o técnica de inspección diferente, tal como el sistema de matriz ultrasónica o de matriz en fase del dispositivo de inspección. Por ejemplo, el proceso de inspección del tanque puede configurar el vehículo para obtener una métrica de calidad adicional para calcular el promedio entre la métrica de calidad obtenida usando el campo magnético y la métrica de calidad adicional para almacenar como métrica de calidad para la porción del tanque correspondiente a la primera posición. El resultado del programa de diagnóstico puede indicar la calidad de la inspección basándose en la métrica de calidad. Por ejemplo, el programa de diagnóstico puede determinar una calidad insuficiente de la inspección y proporcionar una indicación para obtener una métrica de calidad adicional al vehículo, basándose en una relación señal a ruido, o los valores detectados.

40 En la etapa 618, el vehículo puede determinar una métrica de calidad adicional correspondiente a la primera posición del vehículo en el mapa de tanque por medio de un sistema de matriz ultrasónica del dispositivo de inspección. La métrica de calidad adicional puede ser una segunda métrica de calidad. El sistema de matriz ultrasónica puede comprender una pluralidad de transductores ultrasónicos, que pueden pulsarse independientemente usando temporización calculada informáticamente, que puede usarse para dirigir el haz para escanear la una o más porciones del tanque. En algunas implementaciones, el dispositivo de inspección puede incluir dos tecnologías diferentes y aprovechar su complementariedad. Por ejemplo, la tecnología de corrientes parásitas proporcionará mejores resultados en presencia de sedimento residual después de que la escobilla limpie el suelo o en caso de corrosión por la parte superior. La tecnología ultrasónica proporcionará mejores resultados cuando el suelo se ha limpiado suficientemente mediante la escobilla y se ve afectado principalmente por picaduras. Las métricas de calidad de ambas tecnologías pueden almacenarse en la memoria del vehículo como en la etapa 614.

50 En la etapa 620, el vehículo puede determinar iniciar un proceso de salida basándose en un resultado del programa de diagnóstico similar a la etapa 508. En la etapa 622, la unidad de control puede mover el vehículo a una porción no inspeccionada del tanque. El vehículo puede moverse a la porción no inspeccionada del tanque de manera similar a mover el vehículo desde la primera posición hasta una segunda posición como en la etapa 520. En la etapa 624, el vehículo puede iniciar el proceso de salida similar a la etapa 526.

55 La figura 7 es un diagrama de flujo de un método de ejemplo para inspeccionar un tanque que contiene un fluido inflamable. El método 700 puede realizarlo el sistema 100, el sistema 400 o uno o más componentes del mismo. En breve resumen, en la etapa 702, un cabrestante puede bajar al menos un vehículo a un tanque que contiene un fluido inflamable por medio de un cable. En la etapa 704, el vehículo puede determinar si el cable usado para bajar el vehículo está separado del vehículo. En la etapa 706, el vehículo puede iniciar al menos una operación basándose en el estado del mecanismo de pestillo. En la etapa 708, el cabrestante puede retirar el cable del tanque. En la etapa 710, el vehículo puede recibir una indicación del estado del mecanismo de pestillo. En la etapa 712, el vehículo puede ordenar

a una hélice que mueva el vehículo a través del fluido inflamable hasta una posición. En la etapa 714, el vehículo puede determinar una métrica de calidad de una porción del tanque posterior a una generación de una porción de un mapa. En la etapa 716, el vehículo puede determinar iniciar un proceso de salida. En la etapa 718, el cabrestante puede conectar el cable al vehículo usando el mecanismo de pestillo y enrollar el vehículo fuera del tanque basándose en el proceso de salida.

Todavía con referencia a la figura 7, y con más detalle, un cabrestante puede bajar al menos un vehículo a un tanque que contiene un fluido inflamable 208 a través de un cable en la etapa 702 similar a la etapa 502. El cable puede acoplarse al vehículo para bajar el vehículo al fluido inflamable por medio del mecanismo de pestillo.

En la etapa 704, el vehículo que usa la unidad de control puede determinar, basándose en un estado del mecanismo de pestillo, si el cable usado para bajar el vehículo al tanque que contiene el fluido inflamable está separado del vehículo. El estado del mecanismo de pestillo puede incluir un estado conectado o un estado desconectado, que puede detectarse basándose en la unidad de control que ejecuta el programa de diagnóstico usando al menos un sensor. El estado conectado puede indicar una conexión entre el cable y el mecanismo de pestillo. El estado desconectado puede indicar una desconexión o una ausencia de conexión entre el cable y el mecanismo de pestillo. El estado del mecanismo de pestillo puede basarse en el flujo de corriente del mecanismo de pestillo detectado por el sensor del vehículo.

En la etapa 706, el vehículo puede iniciar al menos una operación basándose en el estado del mecanismo de pestillo. La operación puede incluir desconectar el cable del mecanismo de pestillo del vehículo, que el cabrestante puede entonces retirar el cable del tanque, como en la etapa 708, u ordenar al menos que una hélice del vehículo mueva el vehículo a través del fluido inflamable, como en la etapa 712. La operación puede incluir un proceso de salida, por ejemplo, el mecanismo de pestillo puede indicar el estado conectado, basándose en la conexión del cable al mecanismo de pestillo del vehículo, para iniciar el proceso de salida. El estado del mecanismo de bloqueo puede determinar el resultado del programa de diagnóstico.

En la etapa 708, el cabrestante puede retirar el cable del tanque después de desplegar el vehículo de manera similar a la etapa 504. La retirada del cable del tanque puede ser en respuesta a desenganchar el cable usado para bajar el vehículo a un fluido inflamable 208 en el tanque por medio del mecanismo de pestillo. El desenganche del cable puede iniciarse por medio del desbloqueo, por la unidad de control en comunicación con un accionador del vehículo, del mecanismo de pestillo para desenganchar el cable después de que el vehículo se haya bajado al fluido inflamable en el tanque basándose en una política y el estado del mecanismo de pestillo.

En la etapa 710, el vehículo que usa la unidad de control puede recibir una indicación del estado del mecanismo de pestillo. La unidad de control puede ejecutar el programa de diagnóstico en respuesta a la recepción de la indicación del estado del mecanismo de pestillo. El programa de diagnóstico puede proporcionar un resultado para iniciar el proceso de inspección del tanque basándose en el estado desconectado del mecanismo de pestillo. La unidad de control puede detectar la indicación del estado por medio del sensor del vehículo. El estado del mecanismo de pestillo puede ser el estado desconectado basándose en desconectar el cable del mecanismo de pestillo. En algunos casos, la unidad de control puede recibir una indicación de que el cable está desacoplado del vehículo en el fluido inflamable 208 desde un dispositivo informático remoto (por ejemplo, sistema de procesamiento de datos), por ejemplo, el dispositivo informático remoto puede proporcionar la indicación por medio de una red basándose en el cabrestante que retira el cable del tanque.

En la etapa 712, el vehículo puede ordenar a una hélice que mueva el vehículo a través del fluido inflamable hasta una posición usando la unidad de control en respuesta a la determinación de que el cable está separado del vehículo similar a la etapa 514 o la etapa 520. El comando puede generarse basándose en el proceso de inspección del tanque para controlar la hélice o el mecanismo de pestillo que acopla el cable al vehículo. En algunos casos, la unidad de control puede recibir una indicación para realizar el proceso de inspección del tanque que comprende hacer que la hélice mueva el vehículo hasta una o más posiciones del tanque y determine una o más métricas de calidad desde el dispositivo informático remoto. El dispositivo informático remoto puede ser el sistema 402 de procesamiento de datos en conexión con el dispositivo administrador. El comando puede basarse en el resultado del programa de diagnóstico que indica el estado desconectado del mecanismo de pestillo. Por ejemplo, un primer estado puede ser el estado conectado y un segundo estado puede ser el estado desconectado. La unidad de control puede ordenar al mecanismo de pestillo que desacople el cable del vehículo en el fluido inflamable basándose en el primer estado. El sensor 116 del vehículo puede recibir una indicación del segundo estado basándose en desconectar el cable. El vehículo puede entonces ordenar a la hélice que se mueva en respuesta a la indicación del segundo estado.

En la etapa 714, la unidad de control del vehículo puede determinar una métrica de calidad de una porción del tanque por medio de un dispositivo de inspección y posterior a una generación de una porción de un mapa por medio de un dispositivo de determinación de distancia similar a agregar la etapa 514, la etapa 516 o la etapa 522. El vehículo puede iniciar el dispositivo de determinación de distancia concurrente con el dispositivo de inspección para actualizar o generar sincrónicamente el mapa del tanque y determinar la métrica de calidad de la porción del tanque. La determinación de la métrica de calidad y la generación de la porción del mapa puede basarse en el proceso de inspección del tanque. La pluralidad de porciones del tanque puede ser una pluralidad de porciones no inspeccionadas del tanque. Por ejemplo, el vehículo puede residir en una primera posición del tanque basándose en el dispositivo de

determinación de distancia que genera una primera porción del mapa del tanque. El vehículo puede obtener una primera métrica de calidad de la primera porción del tanque correspondiente a la primera posición usando el dispositivo de inspección posterior a la generación de la primera porción del mapa del tanque. El vehículo puede moverse hasta una segunda posición diferente de la primera posición. El dispositivo de determinación de distancia puede generar una segunda porción del mapa del tanque e inspeccionar posteriormente la segunda porción correspondiente a la segunda posición usando el dispositivo de inspección. El vehículo puede atravesar la pluralidad de porciones del tanque basándose en una indicación de una porción no inspeccionada del tanque.

En la etapa 716, el vehículo puede determinar iniciar un proceso de salida similar a la etapa 508. En la etapa 718, el cabrestante puede conectar el cable al vehículo usando el mecanismo de pestillo y enrollar el vehículo fuera del tanque basándose en el proceso de salida similar a la etapa 526. La unidad de control en comunicación con el accionador del vehículo puede bloquear el mecanismo de pestillo para enganchar el cable al vehículo. Por ejemplo, la unidad de control puede detectar una condición de salida en el proceso de inspección del tanque. La unidad de control puede ordenar a la hélice que mueva el vehículo hasta una posición debajo de la tapa 204 del tanque. El cable puede desenrollarse hasta el vehículo por el cabrestante. El vehículo puede entonces volver a enganchar el mecanismo de pestillo con el cable para acoplar el cable al vehículo. El cabrestante puede enrollar el vehículo en respuesta a la detección de que el cable está acoplado al vehículo.

La figura 8 es un diagrama de flujo de un método de ejemplo para inspeccionar un tanque que contiene un fluido inflamable. El método 800 puede realizarlo el sistema 100, el sistema 400 o uno o más componentes del mismo. En breve resumen, en la etapa 802, puede abrirse una tapa de un tanque que contiene un fluido inflamable. En la etapa 804, un cabrestante puede conectar un cable a un vehículo. En la etapa 806, el cabrestante puede bajar el vehículo a través de una capa de vapor dentro del tanque por medio de un cable. En la etapa 808, el mecanismo de pestillo puede desenganchar el cable del vehículo. En la etapa 810, el cabrestante puede retirar el cable del tanque. En la etapa 812, la tapa del tanque puede cerrarse. En la etapa 814, el vehículo puede realizar un proceso de inspección de tanque. En la etapa 816, el vehículo puede determinar si el proceso de inspección de tanque está completo basándose en un resultado del programa de diagnóstico. En la etapa 818, el vehículo puede moverse hacia una porción no inspeccionada del tanque basándose en un proceso de inspección del tanque incompleto. En la etapa 820, el resultado del programa de diagnóstico puede proporcionar una indicación de un proceso de inspección del tanque completo. En la etapa 822, el vehículo puede iniciar un proceso de salida.

Todavía con referencia a la figura 8, y con más detalle, puede abrirse una tapa de un tanque que contiene un fluido inflamable en la etapa 802. La tapa puede abrirse manualmente usando diversas herramientas de apertura de tapa. En la etapa 804, un cabrestante puede conectar el cable al vehículo. El cable puede estar conectado al mecanismo de pestillo del vehículo. El cabrestante puede ser externo al tanque. El mecanismo de pestillo puede incluir un accionador para bloquear o desbloquear el cable del vehículo. El mecanismo de pestillo puede indicar un estado basándose en la conexión del cable al vehículo.

En la etapa 806, el cabrestante puede bajar el vehículo a través de una capa 206 de vapor dentro del tanque y encima del fluido inflamable por medio de un cable y a través de una abertura del tanque similar a la etapa 502. El cabrestante puede desenrollar el cable conectado al vehículo para bajar el vehículo al tanque.

En la etapa 808, el mecanismo de pestillo puede desenganchar el cable del vehículo de manera similar a la etapa 504 o la etapa 708. El desenganche del cable puede iniciarse a través del desbloqueo, por la unidad de control en comunicación con un accionador del vehículo, del mecanismo de pestillo para desenganchar el cable después de que el vehículo se haya bajado al fluido inflamable en el tanque basándose en al menos una política y el estado del mecanismo de pestillo. El mecanismo de pestillo puede determinar si el cable se separó basándose en un sensor, tal como un sensor mecánico, en el cable que indica una desconexión del pestillo del vehículo o en el cabrestante que indica que el vehículo se bajó al fluido inflamable.

En la etapa 810, el cabrestante puede retirar el cable del tanque enrollando el cable después de desenganchar el cable del vehículo de manera similar a la etapa 504. En la etapa 812, la tapa 204 del tanque puede cerrarse para sellar el vehículo dentro del tanque en respuesta a la retirada del cable del tanque. El cierre de la tapa puede ser similar a la apertura de la tapa, como en la etapa 802.

En la etapa 814, la unidad de control puede configurar el vehículo para realizar un proceso de inspección de tanque bajo la energía de la batería basándose en el cable desconectado del vehículo similar a la etapa 606. El proceso de inspección de tanque puede incluir generar un mapa del tanque y determinar una métrica de calidad para una porción del tanque correspondiente a una ubicación en el mapa de tanque generado. El vehículo puede inicializar una estructura de datos de mapa (por ejemplo, mapa de tanque) para el tanque en la memoria (por ejemplo, repositorio de recursos de vehículo) del vehículo. El vehículo puede almacenar el mapa de tanque en la estructura de datos del mapa. La unidad de control del vehículo puede determinar, tras bajarse al tanque, generar el mapa del tanque y dar instrucciones al dispositivo de determinación de distancia para que genere el mapa del tanque. El vehículo puede configurarse con una duración predeterminada para realizar el proceso de inspección del tanque, la duración predeterminada puede almacenarse en un archivo de configuración o datos recopilados en la memoria del vehículo. El vehículo puede iniciar un temporizador basándose en la duración predeterminada en respuesta a sellarse en el tanque y al comienzo del proceso de inspección del tanque.

En la etapa 816, el vehículo puede determinar si el proceso de inspección de tanque está completo basándose en un resultado del programa de diagnóstico. La unidad de control puede identificar una porción no inspeccionada del tanque basándose en el mapa de tanque generado, que puede proporcionarse en el resultado del programa de diagnóstico. El resultado del programa de diagnóstico puede hacer que el vehículo mueva el vehículo hacia la porción no inspeccionada, como en la etapa 818, o iniciar un proceso de salida basado en una indicación de proceso de inspección de tanque completo, como en 822. El resultado del programa de diagnóstico puede proporcionar al vehículo una indicación de un proceso de inspección de tanque completo basándose en la ausencia de cualquier porción no inspeccionada del suelo del tanque basándose en el mapa de tanque generado.

En la etapa 818, el vehículo puede moverse hacia una porción no inspeccionada del tanque basándose en un proceso de inspección del tanque incompleto similar a la etapa 622. En la etapa 820, el resultado del programa de diagnóstico puede proporcionar una indicación de un proceso de inspección del tanque completo. La indicación del proceso de inspección del tanque completo puede basarse en una ausencia de cualquier porción no inspeccionada del suelo del tanque basándose en el mapa de tanque generado. La indicación del proceso de inspección del tanque completo puede incluir una señal inalámbrica o una señal acústica. La señal inalámbrica puede enviarse a un sistema de procesamiento de datos ("DPS") conectado a un dispositivo administrador por medio de una red. La señal acústica puede transmitirse por el vehículo por medio de un altavoz del vehículo. La indicación del proceso de inspección del tanque completo puede iniciar el proceso de salida, como en la etapa 822.

En la etapa 822, el vehículo puede iniciar un proceso de salida similar a la etapa 526 o la etapa 718. En algunos casos, el vehículo puede iniciar el proceso de salida para terminar el proceso de inspección del tanque en respuesta a una expiración del temporizador. El tiempo de expiración puede determinarse o configurarse por medio de la unidad de control del vehículo.

La figura 9 es un diagrama de bloques de un sistema informático 900 de ejemplo. El sistema informático o dispositivo informático 900 puede incluir o usarse para implementar uno o más componentes del sistema 100, 200, 300 o 400, o realizar uno o más aspectos del método 500, 600, 700 u 800. Por ejemplo, el sistema 900 puede implementar uno o más componentes o funcionalidades del ATIS 102, el sistema 402 de procesamiento de datos, el vehículo o el dispositivo administrador 422. El sistema informático 900 incluye al menos un bus 905 u otro componente de comunicación para comunicar información y al menos un procesador 910 o circuito de procesamiento acoplado al bus 905 para procesar información. El sistema informático 900 también puede incluir uno o más procesadores 910 o circuitos de procesamiento acoplados al bus para procesar información. El sistema informático 900 también incluye al menos una memoria principal 915, tal como una memoria de acceso aleatorio (RAM) u otro dispositivo de almacenamiento dinámico, acoplado al bus 905 para almacenar información, e instrucciones que han de ejecutarse por el procesador 910. La memoria principal 915. La memoria principal 915 también puede usarse para almacenar uno o más de un programa de control de hélice, mapa de tanque, datos recopilados, proceso de inspección de tanque, métrica de calidad, programa de diagnóstico, u otra información. El sistema informático 900 puede incluir al menos una memoria de solo lectura (ROM) 920 u otro dispositivo de almacenamiento estático acoplado al bus 905 para almacenar información estática e instrucciones para el procesador 910. Un dispositivo 925 de almacenamiento, tal como un dispositivo de estado sólido, disco magnético o disco óptico, puede acoplarse al bus 905 para almacenar información e instrucciones persistentemente. El dispositivo 925 de almacenamiento puede incluir o ser parte del repositorio 126 de datos.

El sistema informático 900 puede acoplarse por medio del bus 905 a una pantalla 935, tal como una pantalla de cristal líquido, o pantalla de matriz activa, para mostrar información a un usuario del dispositivo administrador 422. Un dispositivo 930 de entrada, tal como un teclado o interfaz de voz, puede acoplarse al bus 905 para comunicar información y comandos al procesador 910. El dispositivo 930 de entrada puede incluir una pantalla táctil 935. El dispositivo 930 de entrada también puede incluir un control de cursor, tal como un ratón, una bola de seguimiento o teclas de dirección de cursor, para comunicar información de dirección y selecciones de comando al procesador 910 y para controlar el movimiento del cursor en la pantalla 935. La pantalla 935 (por ejemplo, en un salpicadero de vehículo) puede, por ejemplo, ser parte del ATIS 102, vehículo, sistema 402 de procesamiento de datos, dispositivo administrador 422 u otro componente representado en el presente documento.

Los procesos, sistemas y métodos descritos en el presente documento pueden implementarse por el sistema informático 900 en respuesta a que el procesador 910 ejecute una disposición de instrucciones contenidas en la memoria principal 915. Tales instrucciones pueden leerse en la memoria principal 915 desde otro medio legible por ordenador, tal como el dispositivo 925 de almacenamiento. La ejecución de la disposición de instrucciones contenidas en la memoria principal 915 hace que el sistema informático 900 realice los procesos ilustrativos descritos en el presente documento. También pueden emplearse uno o más procesadores en una disposición de multiprocesamiento para ejecutar las instrucciones contenidas en la memoria principal 915. Pueden usarse circuitos cableados en lugar de o en combinación con instrucciones de software junto con los sistemas y métodos descritos en el presente documento. Los sistemas y métodos descritos en el presente documento no se limitan a ninguna combinación específica de circuitos de hardware y software.

Aunque se ha descrito un sistema informático de ejemplo en la figura 9, la materia objeto que incluye las operaciones descritas en esta memoria descriptiva puede implementarse en otros tipos de circuitos electrónicos digitales, o en software, firmware o hardware informático, incluyendo las estructuras divulgadas en esta memoria descriptiva y sus

equivalentes estructurales, o en combinaciones de uno o más de ellos.

Parte de la descripción en el presente documento enfatiza la independencia estructural de los aspectos de los componentes del sistema, tales como los componentes de la unidad 104 de control, que ilustra una agrupación de operaciones y responsabilidades de estos componentes del sistema. Se entiende que otros agrupamientos que ejecutan operaciones globales similares están dentro del alcance de la presente solicitud. Los módulos pueden implementarse en hardware o como instrucciones informáticas en un medio de almacenamiento legible por ordenador no transitorio, y los módulos pueden distribuirse a través de diversos componentes basados en hardware u ordenador.

Los sistemas descritos anteriormente pueden proporcionar múltiples de cualquiera o cada uno de esos componentes y estos componentes pueden proporcionarse en un sistema independiente o en múltiples instancias en un sistema distribuido. Además, los sistemas y métodos descritos anteriormente pueden proporcionarse como uno o más programas legibles por ordenador o instrucciones ejecutables incorporadas en o en uno o más artículos de fabricación. El artículo de fabricación puede ser almacenamiento en la nube, un disco duro, un CD-ROM, una tarjeta de memoria flash, una PROM, una RAM, una ROM o una cinta magnética. En general, los programas legibles por ordenador pueden implementarse en cualquier lenguaje de programación, tal como LISP, PERL, C, C++, C#, PROLOG, o en cualquier lenguaje de código de bytes tal como JAVA. Los programas de software o instrucciones ejecutables pueden almacenarse en o en uno o más artículos de fabricación como código objeto.

Los elementos de implementación de módulos de ejemplo y no limitantes incluyen sensores que proporcionan cualquier valor determinado en el presente documento, sensores que proporcionan cualquier valor que es precursor de un valor determinado en el presente documento, hardware de enlace de datos o red que incluye chips de comunicación, cristales oscilantes, enlaces de comunicación, cables, cableado de par trenzado, cableado coaxial, cableado blindado, transmisores, receptores o transceptores, circuitos lógicos, circuitos lógicos cableados, circuitos lógicos reconfigurables en un estado no transitorio particular configurado según la especificación del módulo, cualquier accionador que incluye al menos un accionador eléctrico, hidráulico o neumático, un solenoide, un amplificador operacional, elementos de control analógicos (resortes, filtros, integradores, sumadores, divisores, elementos de ganancia) o elementos de control digitales.

La materia objeto y las operaciones descritas en esta memoria descriptiva pueden implementarse en circuitos electrónicos digitales, o en software, firmware o hardware informático, incluyendo las estructuras divulgadas en esta memoria descriptiva y sus equivalentes estructurales, o en combinaciones de uno o más de ellos. La materia objeto descrita en esta memoria descriptiva puede implementarse como uno o más programas informáticos, por ejemplo, uno o más circuitos de instrucciones de programa informático, codificados en uno o más medios de almacenamiento informático para su ejecución por, o para controlar el funcionamiento de, aparatos de procesamiento de datos. Alternativamente o además, las instrucciones de programa pueden codificarse en una señal propagada generada artificialmente, por ejemplo, una señal eléctrica, óptica o electromagnética generada por máquina que se genera para codificar información para su transmisión a un aparato receptor adecuado para su ejecución por un aparato de procesamiento de datos. Un medio de almacenamiento informático puede ser, o estar incluido en, un dispositivo de almacenamiento legible por ordenador, un sustrato de almacenamiento legible por ordenador, una matriz o dispositivo de memoria de acceso aleatorio o en serie, o una combinación de uno o más de ellos. Aunque un medio de almacenamiento informático no es una señal propagada, un medio de almacenamiento informático puede ser una fuente o destino de instrucciones de programa informático codificadas en una señal propagada generada artificialmente. El medio de almacenamiento informático también puede ser, o estar incluido en, uno o más componentes o medios separados (por ejemplo, múltiples CD, discos u otros dispositivos de almacenamiento que incluyen almacenamiento en la nube). Las operaciones descritas en esta memoria descriptiva pueden implementarse como operaciones realizadas por un aparato de procesamiento de datos en datos almacenados en uno o más dispositivos de almacenamiento legibles por ordenador o recibidos de otras fuentes.

Los términos “dispositivo informático”, “componente” o “aparato de procesamiento de datos” o similares abarcan diversos aparatos, dispositivos y máquinas para procesar datos, incluyendo, a modo de ejemplo, un procesador programable, un ordenador, un sistema en un chip, o múltiples, o combinaciones de los anteriores. El aparato puede incluir circuitos lógicos de propósito especial, por ejemplo, una FPGA (matriz de puertas programables en campo) o un ASIC (“). El aparato también puede incluir, además del hardware, código que crea un entorno de ejecución para el programa informático en cuestión, por ejemplo, código que constituye firmware del procesador, una pila de protocolos, un sistema de gestión de bases de datos, un sistema operativo, un entorno de tiempo de ejecución de plataforma cruzada, una máquina virtual o una combinación de uno o más de ellos. El aparato y el entorno de ejecución pueden realizar diversas infraestructuras de modelos informáticos diferentes, tales como servicios web, informática distribuida e infraestructuras informáticas de red.

Un programa informático (también conocido como programa, software, aplicación de software, aplicación, secuencia de comandos o código) puede escribirse en cualquier forma de lenguaje de programación, incluyendo lenguajes compilados o interpretados, lenguajes declarativos o procedimentales, y puede desplegarse en cualquier forma, incluyendo como un programa independiente o como un módulo, componente, subrutina, objeto u otra unidad adecuada para su uso en un entorno informático. Un programa informático puede corresponder a un archivo en un sistema de archivos. Un programa informático puede almacenarse en una porción de un archivo que contiene otros programas o datos (por ejemplo, una o más secuencias de comandos almacenadas en un documento de lenguaje de

marcado), en un único archivo dedicado al programa en cuestión, o en múltiples archivos coordinados (por ejemplo, archivos que almacenan uno o más módulos, subprogramas o porciones de código). Un programa informático puede desplegarse para ejecutarse en un ordenador o en múltiples ordenadores que están ubicados en un sitio o distribuidos a través de múltiples sitios e interconectados por una red de comunicación.

- 5 Los procesos y flujos lógicos descritos en esta memoria descriptiva pueden realizarlos uno o más procesadores programables que ejecutan uno o más programas informáticos para realizar acciones operando sobre datos de entrada y generando salidas. Los procesos y flujos lógicos también pueden realizarse por, y los aparatos también pueden implementarse como, circuitos lógicos de propósito especial, por ejemplo, una FPGA (matriz de puertas programables en campo) o un ASIC (circuito integrado de aplicación específica). Los dispositivos adecuados para almacenar
- 10 instrucciones y datos de programas informáticos pueden incluir memoria no volátil, medios y dispositivos de memoria, incluyendo, a modo de ejemplo, dispositivos de memoria semiconductores, por ejemplo, EPROM, EEPROM y dispositivos de memoria flash; discos magnéticos, por ejemplo, discos duros internos o discos extraíbles; discos magnetoópticos; y discos CD ROM y DVD-ROM. El procesador y la memoria pueden complementarse por, o incorporarse en, circuitos lógicos de propósito especial.
- 15 La materia objeto descrita en el presente documento puede implementarse en un sistema informático que incluye un componente de extremo posterior, por ejemplo, como un servidor de datos, o que incluye un componente de software intermedio, por ejemplo, un servidor de aplicaciones, o que incluye un componente de extremo frontal, por ejemplo, un ordenador cliente que tiene una interfaz gráfica de usuario o un navegador web a través del cual un usuario puede interactuar con una implementación de la materia objeto descrita en esta memoria descriptiva, o una combinación de
- 20 uno o más de tales componentes de extremo posterior, de software intermedio o de extremo frontal. Los componentes del sistema pueden estar interconectados por cualquier forma o medio de comunicación de datos digitales, por ejemplo, una red de comunicación. Los ejemplos de redes de comunicación incluyen una red de área local ("LAN") y una red de área amplia ("WAN"), una inter-red (por ejemplo, Internet) y redes de igual a igual (por ejemplo, redes de igual a igual ad hoc).
- 25 Aunque las operaciones se representan en los dibujos en un orden particular, no se requiere que tales operaciones se realicen en el orden particular mostrado o en orden secuencial, y no se requiere que se realicen todas las operaciones ilustradas. Las acciones descritas en el presente documento pueden realizarse en un orden diferente.

Habiendo descrito ahora algunas implementaciones ilustrativas, es evidente que lo anterior es ilustrativo y no limitativo, habiéndose presentado a modo de ejemplo. En particular, aunque muchos de los ejemplos presentados en el presente

30 documento implican combinaciones específicas de acciones del método o elementos del sistema, esas acciones y esos elementos pueden combinarse de otras maneras para lograr los mismos objetivos. Los actos, elementos y características analizados en relación con una implementación no pretenden excluirse de un papel similar en otras implementaciones o implementaciones.

La fraseología y terminología usadas en el presente documento son con fines descriptivos y no deben considerarse

35 como limitativas. El uso de "que incluye", "que comprende", "que tiene", "que contiene", "que implica", "caracterizado por", "caracterizado por que" y variaciones de los mismos en el presente documento, pretende englobar los elementos enumerados a continuación, equivalentes de los mismos y elementos adicionales, así como implementaciones alternativas que consisten en los elementos enumerados a continuación exclusivamente. En una implementación, los sistemas y métodos descritos en el presente documento consisten en uno, cada combinación de más de uno, o todos

40 los elementos, actos o componentes descritos.

Cualquier referencia a implementaciones o elementos o actos de los sistemas y métodos a los que se hace referencia en el presente documento en singular también puede abarcar implementaciones que incluyen una pluralidad de estos

45 elementos, y cualquier referencia en plural a cualquier implementación o elemento o acto en el presente documento también puede abarcar implementaciones que incluyen solo un único elemento. Las referencias en la forma singular o plural no pretenden limitar los sistemas o métodos divulgados en el presente documento, sus componentes, actos o elementos a configuraciones individuales o plurales. Las referencias a cualquier acto o elemento que se basa en cualquier información, acto o elemento pueden incluir implementaciones en donde el acto o elemento se basa al menos en parte en cualquier información, acto o elemento.

Cualquier implementación divulgada en la presente memoria puede combinarse con cualquier otra implementación o

50 realización, y las referencias a "una implementación", "algunas implementaciones", "una implementación" o similares no son necesariamente excluyentes mutuamente y están destinadas a indicar que un rasgo, estructura o característica particular descrito en relación con la implementación puede incluirse en al menos una implementación o realización. Tales términos, como se usan en el presente documento, no se refieren necesariamente todos a la misma implementación. Cualquier implementación puede combinarse con cualquier otra implementación, inclusiva o exclusivamente, de cualquier

55 manera consecuente con los aspectos e implementaciones divulgados en el presente documento.

Las referencias a "o" pueden interpretarse como inclusivas de modo que cualquier término descrito usando "o" puede indicar cualquiera de un único, más de uno y todos los términos descritos. Por ejemplo, una referencia a "al menos uno de "A" y "B" puede incluir solo "A", solo "B", así como tanto "A" como "B". Tales referencias usadas junto con "que comprende" u otra terminología abierta pueden incluir elementos adicionales.

Cuando las características técnicas en los dibujos, la descripción detallada o cualquier reivindicación van seguidas de signos de referencia, los signos de referencia se han incluido para aumentar la inteligibilidad de los dibujos, la descripción detallada y las reivindicaciones. Por consiguiente, ni los signos de referencia ni su ausencia tienen ningún efecto limitativo en el alcance de cualquier elemento de reivindicación.

- 5 Pueden producirse modificaciones de elementos y actos descritos, tales como variaciones en tamaños, dimensiones, estructuras, formas y proporciones de los diversos elementos, valores de parámetros, disposiciones de montaje, uso de materiales, colores, orientaciones sin apartarse materialmente de las enseñanzas y ventajas de la materia objeto divulgada en el presente documento. Por ejemplo, los elementos mostrados como formados integralmente pueden construirse de múltiples partes o elementos, la posición de los elementos puede invertirse o variarse de otro modo, y
- 10 la naturaleza o el número de elementos o posiciones discretos puede alterarse o variarse. También pueden realizarse otras sustituciones, modificaciones, cambios y omisiones en el diseño, las condiciones de funcionamiento y la disposición de los elementos y las operaciones divulgados sin apartarse del alcance de la presente divulgación.

- 15 Los sistemas y métodos descritos en el presente documento pueden realizarse de otras formas específicas sin apartarse de las características de los mismos. El alcance de los sistemas y métodos descritos en el presente documento está indicado por lo tanto por las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema (100) para inspeccionar un tanque (202) que contiene un fluido inflamable (208), que comprende:

un vehículo (101) que comprende una batería (114), un interruptor (140) de presión, una unidad (104) de control, una hélice (118), un dispositivo (122) de inspección y un dispositivo (120) de determinación de distancia, en donde la unidad de control y la batería están situadas dentro del vehículo;

el interruptor (140) de presión que detecta cuándo una presión del fluido externo al vehículo (101) alcanza un umbral de presión predeterminado correspondiente a una profundidad predeterminada en el fluido, y en respuesta a la detección de que el vehículo ha alcanzado la profundidad predeterminada cierra un circuito electrónico entre la unidad (104) de control y la batería (114);

la batería (114) del vehículo (101) que proporciona, en respuesta al cierre del circuito electrónico por el interruptor (140) de presión, alimentación a la unidad (104) de control, a la hélice (118), al dispositivo (122) de inspección y al dispositivo (120) de determinación de distancia;

la unidad (104) de control que genera, basándose en los datos recibidos del dispositivo (120) de determinación de distancia, un mapa (130) del tanque (202), y que determina una primera posición del vehículo (101) en el mapa del tanque;

el dispositivo (122) de inspección que recibe, desde la unidad (104) de control en respuesta a la identificación de la primera posición del vehículo (101) en el mapa (130) del tanque (202) basándose en datos del dispositivo (120) de determinación de distancia, un comando para iniciar la inspección en la primera posición en el mapa;

el dispositivo (122) de inspección, en respuesta a la orden de iniciar la inspección, que detecta valores en una porción del tanque (202) correspondiente a la primera posición en el mapa (130);

el dispositivo (122) de inspección que proporciona, a la unidad (104) de control, datos que comprenden los valores detectados;

la unidad (104) de control que determina una métrica de calidad basándose en los valores detectados en la porción del tanque (202) correspondiente a la primera posición del vehículo (101) en el mapa (130), y que almacena, en una memoria del vehículo, la métrica de calidad; y

la hélice (118) del vehículo (101) que mueve, en respuesta a un segundo comando de la unidad de control, el vehículo a través del fluido inflamable en el tanque (202) hacia una segunda posición en el mapa (130).

2. El sistema de la reivindicación 1, que comprende:

un mecanismo (124) de pestillo del vehículo (101) configurado para acoplar el vehículo a una cuerda metálica pasiva (212) usada para bajar el vehículo al fluido inflamable en el tanque (202);

un sensor (116) del vehículo (101) configurado para determinar que el vehículo está en contacto con el suelo del tanque (202); y

el mecanismo (124) de pestillo que desacopla la cuerda metálica pasiva (212) del vehículo (101) en respuesta al sensor (116) que indica que el vehículo está en contacto con el suelo del tanque (202).

3. El sistema de la reivindicación 1, en donde la unidad (104) de control está configurada además para:

determinar, basándose en los resultados de un programa de diagnóstico, iniciar un proceso de inspección de tanque; y

proporcionar, basándose en el proceso de inspección de tanque, el segundo comando para hacer que la hélice (118) mueva el vehículo (101) desde la primera posición hasta la segunda posición dentro del tanque (202).

4. El sistema de la reivindicación 1, en donde el dispositivo (120) de determinación de distancia detecta ondas acústicas reflejadas por una o más porciones del tanque (202), y la unidad (104) de control genera el mapa (130) del tanque basándose en las ondas acústicas detectadas.

5. El sistema de la reivindicación 1, en donde el dispositivo de inspección comprende al menos dos tipos diferentes de sensores (116), y está configurado para:

(i) seleccionar, basándose en una condición asociada con la porción del tanque (202) correspondiente a la primera posición del vehículo (101) en el mapa (130), uno de los al menos dos tipos diferentes de sensores (116) para inspeccionar la porción del tanque; o

(ii) seleccionar, basándose en una condición asociada con la porción del tanque (202) correspondiente a la primera posición del vehículo (101) en el mapa (130), uno de los al menos dos tipos diferentes de sensores (116)

para inspeccionar la porción del tanque, y

seleccionar, basándose en una condición asociada con una porción del tanque (202) correspondiente a la segunda posición del vehículo (101) en el mapa (130), el otro de los al menos dos tipos diferentes de sensores (116) para inspeccionar la porción del tanque correspondiente a la segunda posición.

5 6. El sistema de la reivindicación 1, en donde la métrica de calidad indica una métrica de corrosión predictiva basada en una pluralidad de inspecciones de tanque realizadas por el vehículo (101) durante un intervalo de tiempo.

7. El sistema de la reivindicación 1, en donde la unidad (104) de control está configurada para:

(i) identificar una porción no inspeccionada del tanque (202) basándose en el mapa (130), y

10 hacer que la hélice (118) del vehículo (101) mueva el vehículo hacia la porción no inspeccionada identificada del tanque; o

(ii) identificar una ausencia de cualquier porción no inspeccionada de un suelo del tanque (202) basándose en el mapa (130), y

proporcionar, en respuesta a la identificación de la ausencia, una indicación de que un proceso de inspección de tanque está completo.

15 8. Un método de inspección de un tanque (202) que contiene un fluido inflamable (208), que comprende:

proporcionar un vehículo (101) que comprende una batería (114), un interruptor (140) de presión, una unidad (104) de control, una hélice (118), un dispositivo (122) de inspección y un dispositivo (120) de determinación de distancia, en donde la unidad de control y la batería están situadas dentro del vehículo;

20 detectar, mediante el interruptor (140) de presión, cuándo una presión del fluido (208) externa al vehículo (101) alcanza un umbral de presión predeterminado correspondiente a una profundidad predeterminada en el fluido;

cerrar, mediante el interruptor (140) de presión, un circuito electrónico entre la unidad (104) de control y la batería (114) en respuesta a la detección de que el vehículo (101) ha alcanzado la profundidad predeterminada;

25 proporcionar, mediante la batería (114) del vehículo (101) en respuesta al cierre del circuito electrónico mediante el interruptor (140) de presión, alimentación a la unidad (104) de control, la hélice (118), el dispositivo (122) de inspección y el dispositivo (120) de determinación de distancia;

generar, por la unidad (104) de control basándose en datos recibidos desde el dispositivo (120) de determinación de distancia, un mapa (130) del tanque (202), y determinar una primera posición del vehículo (101) en el mapa del tanque;

30 recibir, por el dispositivo (122) de inspección desde la unidad (104) de control en respuesta a la identificación de la primera posición del vehículo (101) en el mapa (130) del tanque (202) basándose en datos del dispositivo (120) de determinación de distancia, un comando para iniciar la inspección en la primera posición en el mapa;

detectar, por el dispositivo (122) de inspección en respuesta a la orden de iniciar la inspección, valores en una porción del tanque (202) correspondiente a la primera posición en el mapa (130);

35 proporcionar, por el dispositivo (122) de inspección a la unidad (104) de control, datos que comprenden los valores detectados;

determinar, por la unidad (104) de control, una métrica de calidad basándose en los valores detectados en la porción del tanque (202) correspondiente a la primera posición del vehículo (101) en el mapa (130), y almacenar, en una memoria del vehículo, la métrica de calidad; y

40 mover, por la hélice (118) del vehículo (101) en respuesta a una segunda orden de la unidad (104) de control, el vehículo a través del fluido inflamable (208) en el tanque (202) hacia una segunda posición en el mapa (130).

9. El método de la reivindicación 8, que comprende:

(i) acoplar, a través de un mecanismo (124) de pestillo del vehículo (101), el vehículo a una cuerda metálica pasiva (212) usada para bajar el vehículo al fluido inflamable (208) en el tanque (202),

45 determinar, por un sensor (116) del vehículo (101), que el vehículo está en contacto con el suelo del tanque (202), y

desacoplar, por medio del mecanismo (124) de pestillo, la cuerda metálica pasiva (212) del vehículo (101) en respuesta al sensor (116) que indica que el vehículo está en contacto con el suelo del tanque (202); o

- (ii) determinar, por la unidad (104) de control basándose en los resultados de un programa de diagnóstico, iniciar un proceso de inspección de tanque, y
- proporcionar, por la unidad (104) de control basándose en el proceso de inspección del tanque, un segundo comando para hacer que la hélice (118) mueva el vehículo (101) desde la primera posición hasta la segunda posición dentro del tanque (202); o
- (iii) detectar, por el dispositivo (120) de determinación de distancia, ondas acústicas reflejadas por una o más porciones del tanque (202); y
- generar, por la unidad de control, el mapa (130) del tanque (202) basándose en las ondas acústicas detectadas.
10. El método de la reivindicación 8, en donde el dispositivo (122) de inspección comprende al menos dos tipos diferentes de sensores (116), que comprende:
- seleccionar, basándose en una condición asociada con la porción del tanque (202) correspondiente a la primera posición del vehículo (101) en el mapa (130), uno de los al menos dos tipos diferentes de sensores (116) para inspeccionar la porción del tanque.
11. El método de la reivindicación 8, en donde el dispositivo (122) de inspección comprende al menos dos tipos diferentes de sensores (116), que comprende:
- seleccionar, basándose en una condición asociada con la porción del tanque (202) correspondiente a la primera posición del vehículo (101) en el mapa (130), uno de los al menos dos tipos diferentes de sensores (116) para inspeccionar la porción del tanque; y
- seleccionar, basándose en una condición asociada con una porción del tanque (202) correspondiente a la segunda posición del vehículo (101) en el mapa (130), el otro de los al menos dos tipos diferentes de sensores (116) para inspeccionar la porción del tanque correspondiente a la segunda posición.
12. El método de la reivindicación 8, en donde la métrica de calidad indica una métrica de corrosión predictiva basada en una pluralidad de inspecciones de tanque realizadas por el vehículo (101) durante un intervalo de tiempo.
13. El método de la reivindicación 8, que comprende:
- (i) identificar, por la unidad (104) de control, una porción no inspeccionada del tanque (202) basándose en el mapa (130), y
- mover, por la hélice (118), el vehículo (101) hacia la porción no inspeccionada identificada del tanque (202); o
- (ii) identificar, por la unidad (104) de control, una ausencia de cualquier porción no inspeccionada de un suelo del tanque (202) basándose en el mapa (130), y
- proporcionar, por la unidad de control en respuesta a la identificación de la ausencia, una indicación de que un proceso de inspección del tanque está completo.

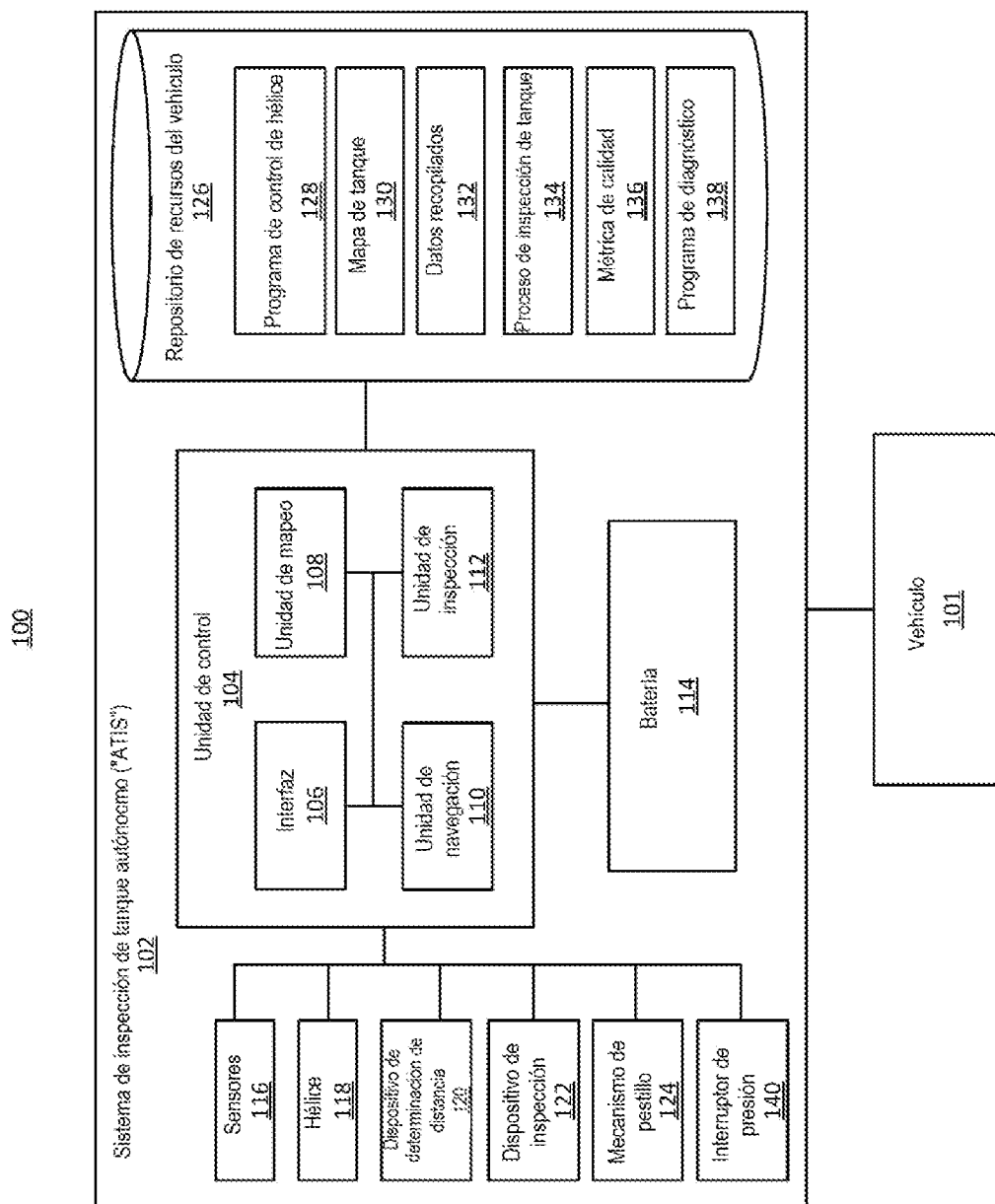


FIG. 1

200

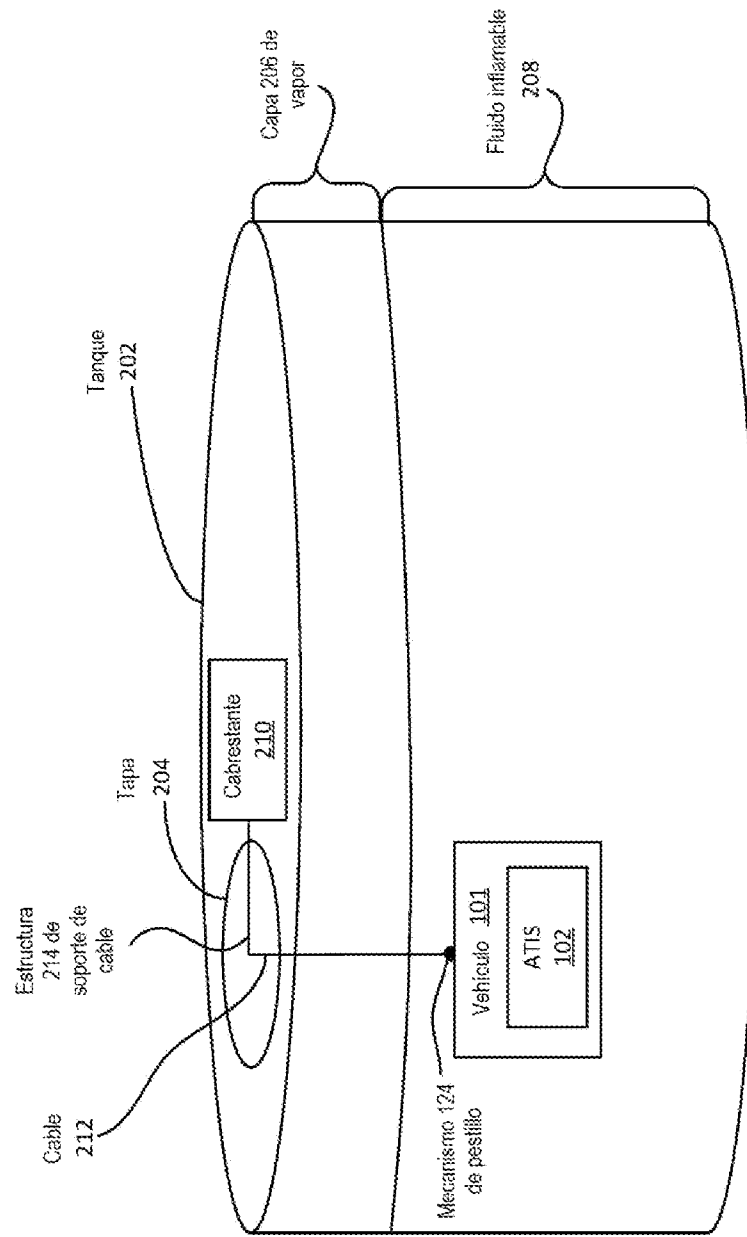


FIG. 2A

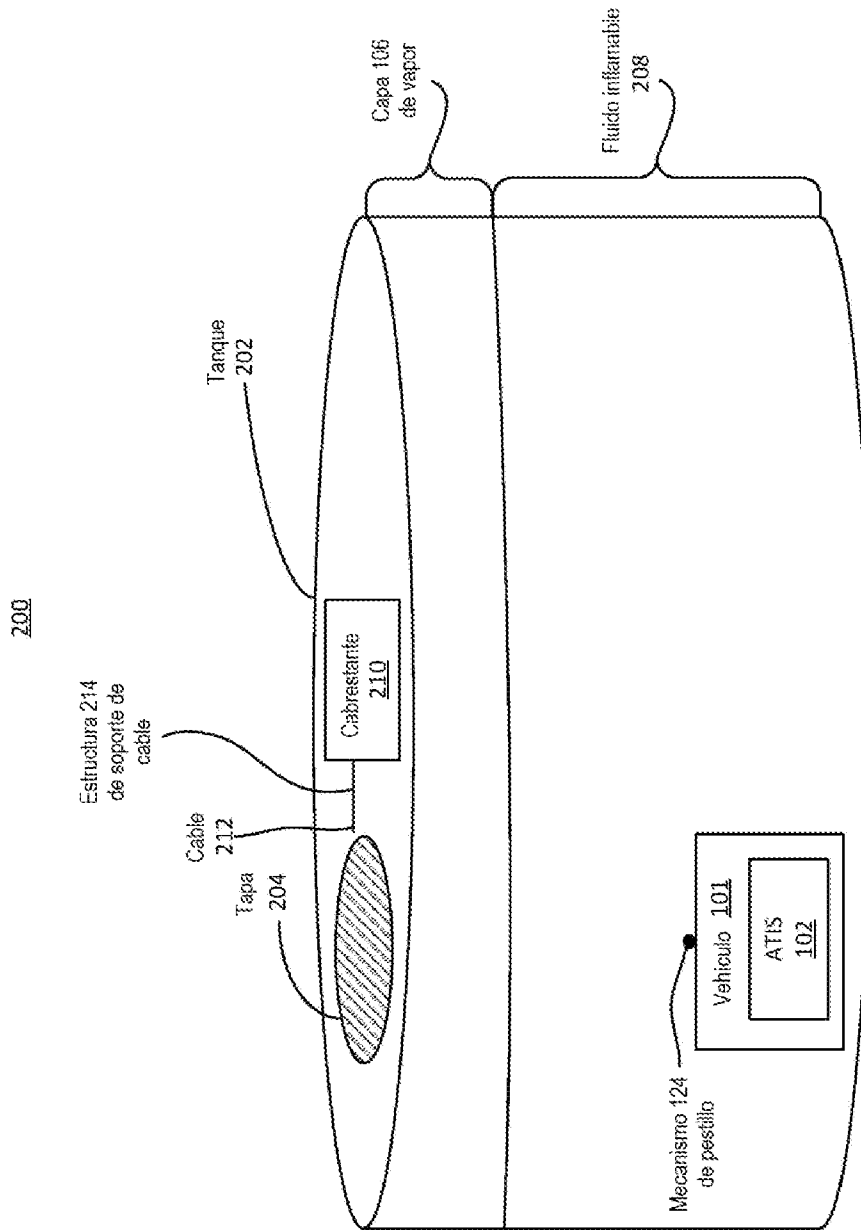


FIG. 2B

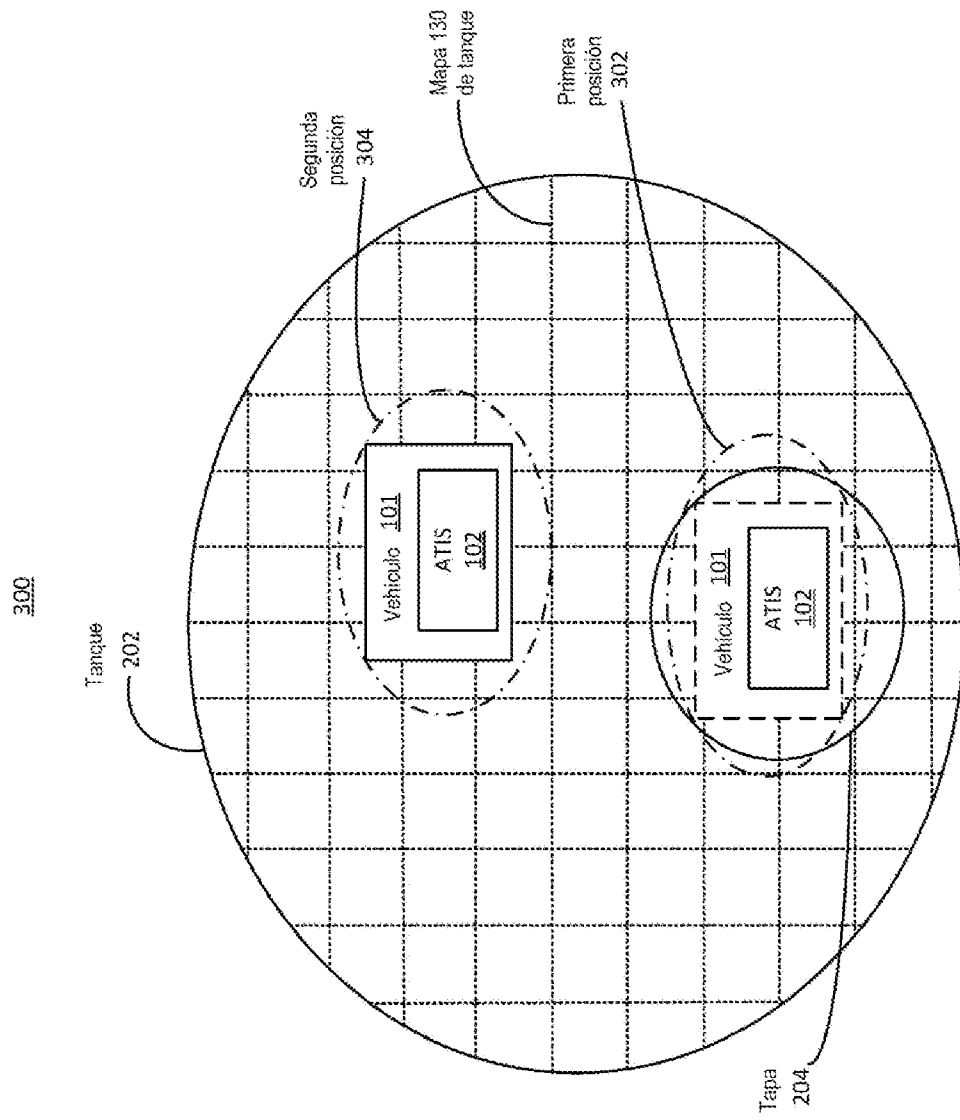


FIG. 3

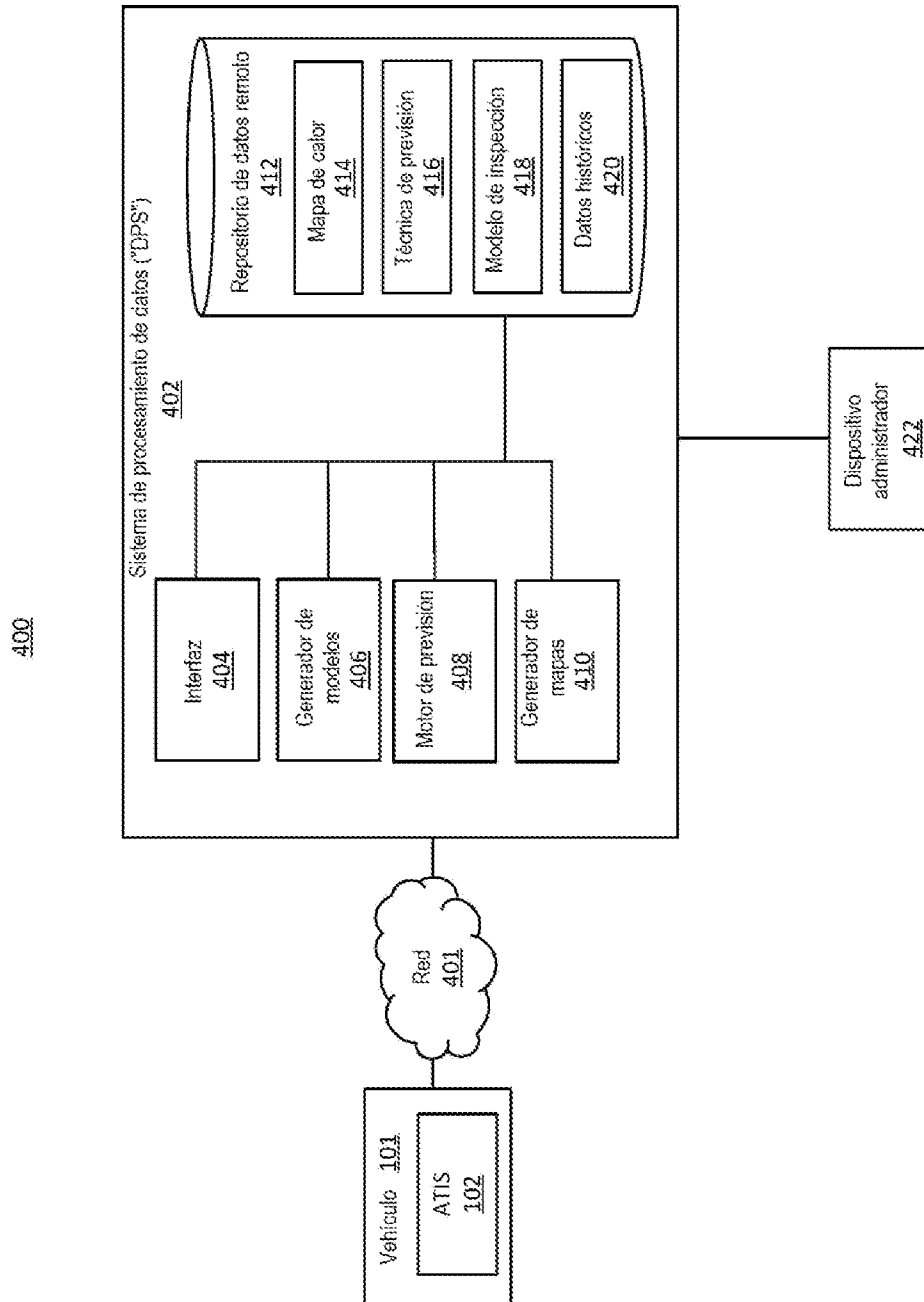


FIG. 4

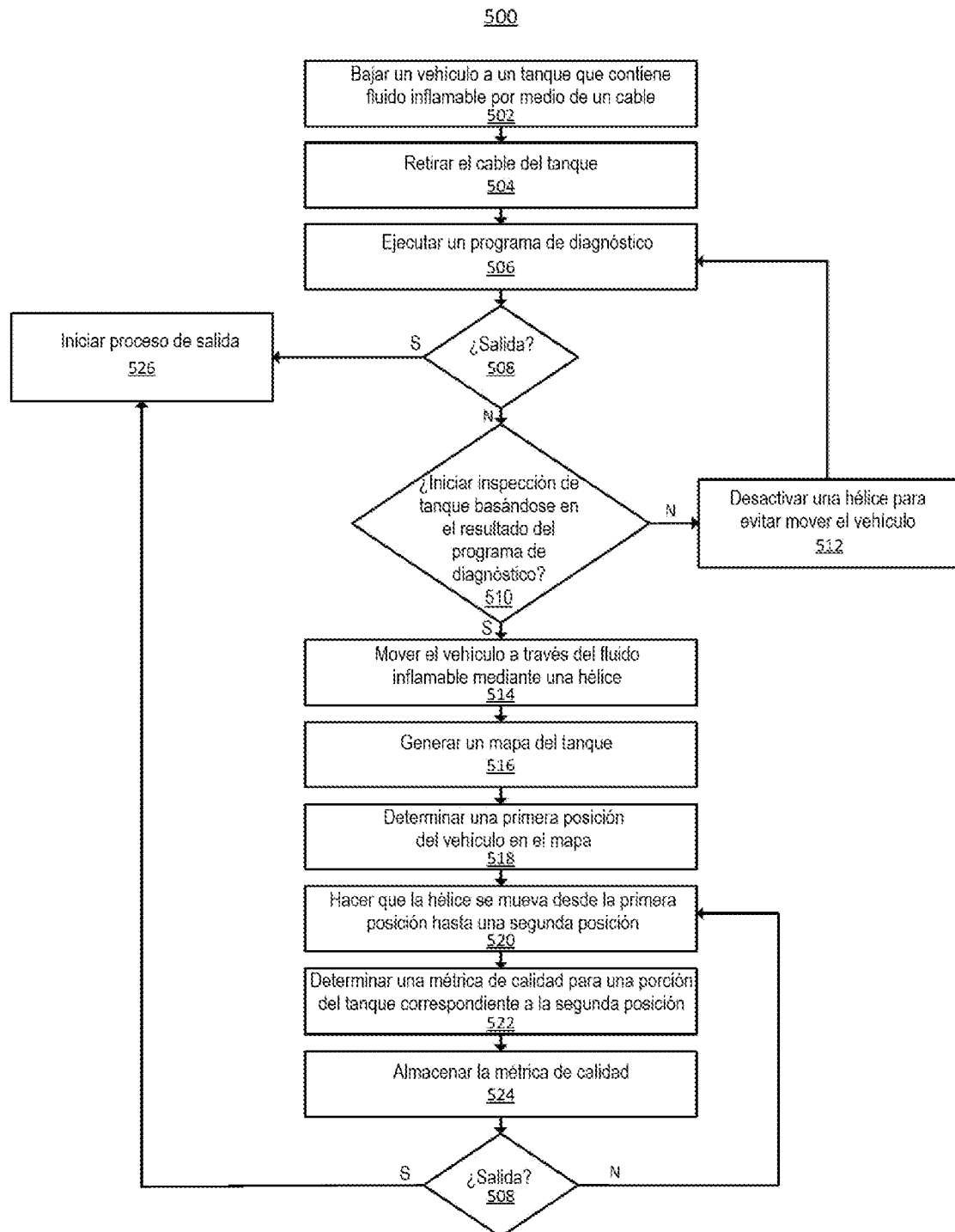


FIG. 5

600

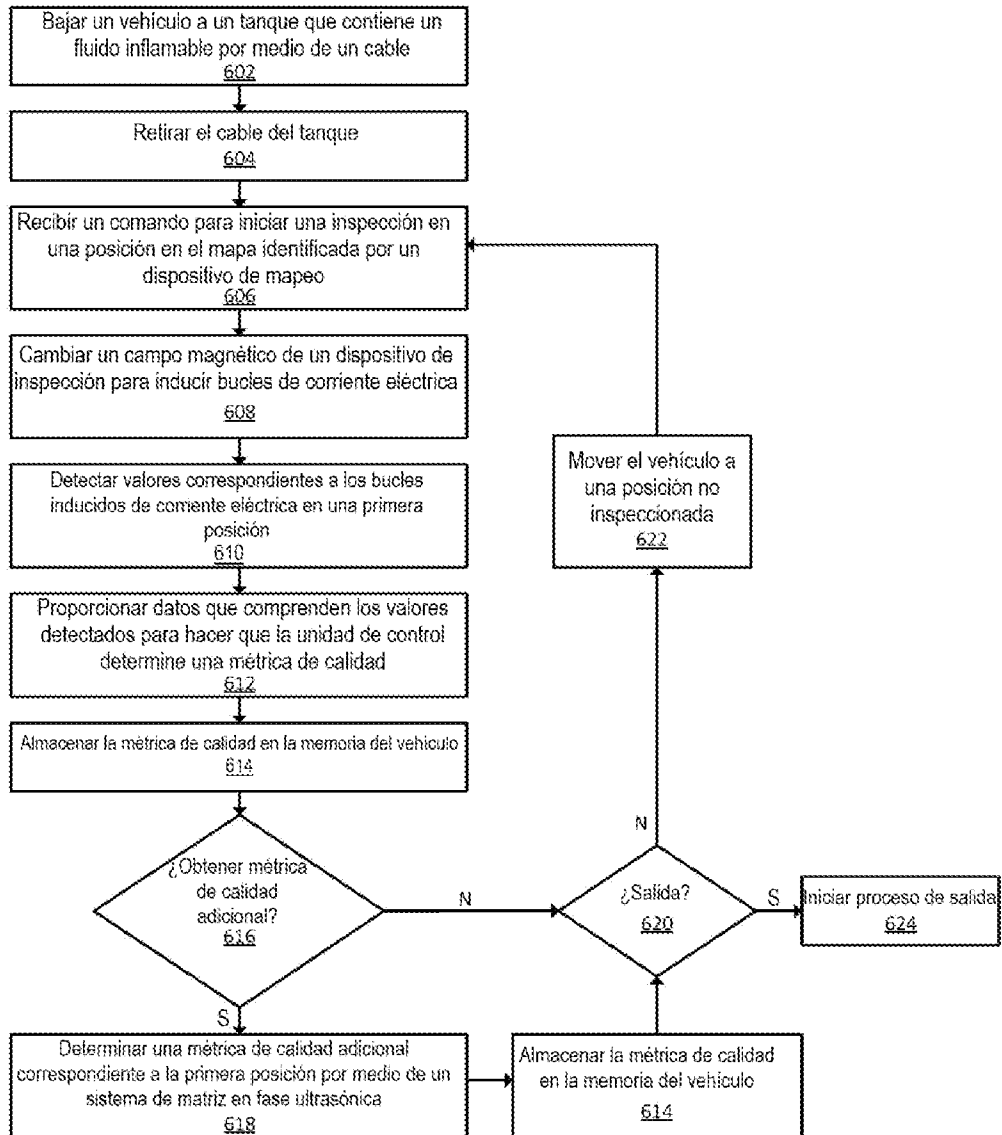


FIG. 6

700

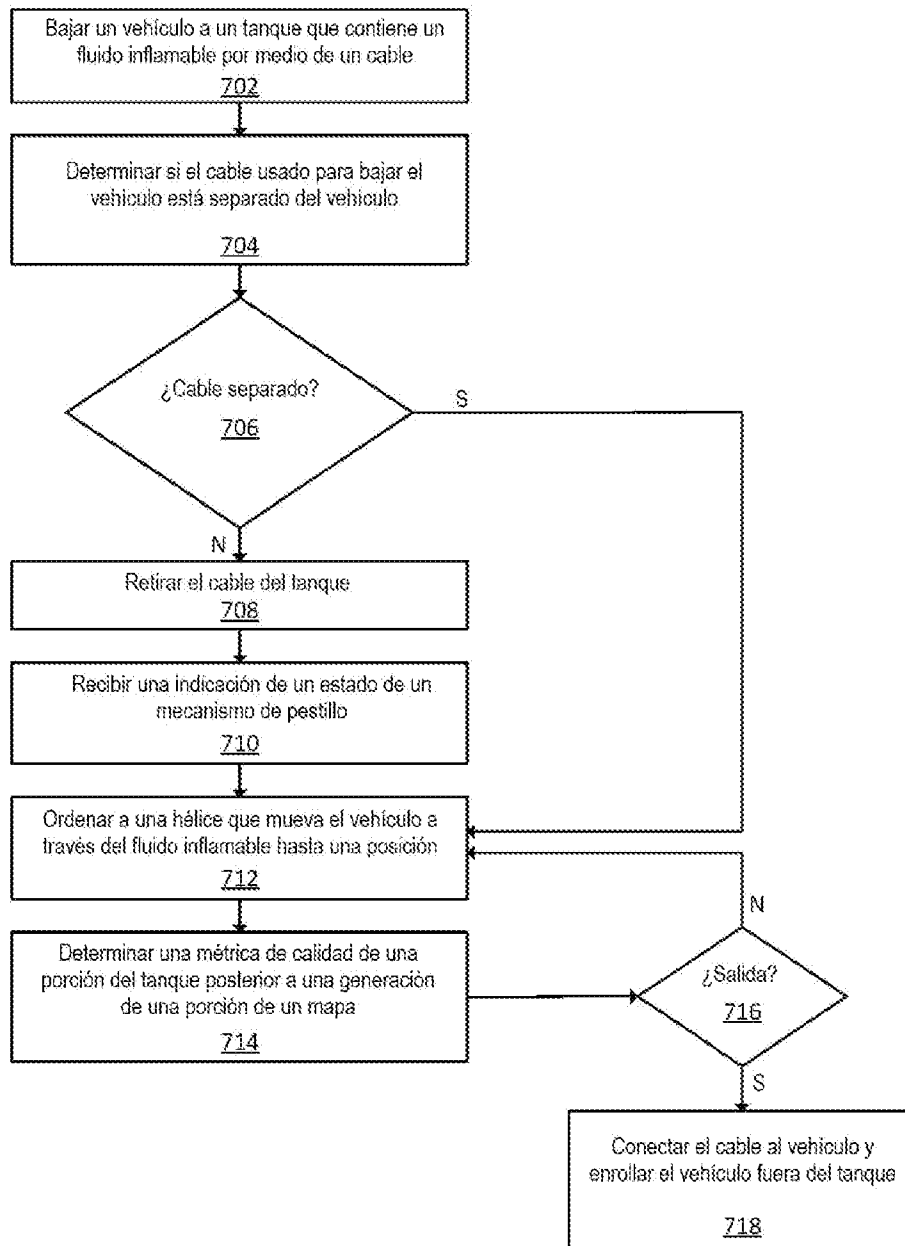


FIG. 7

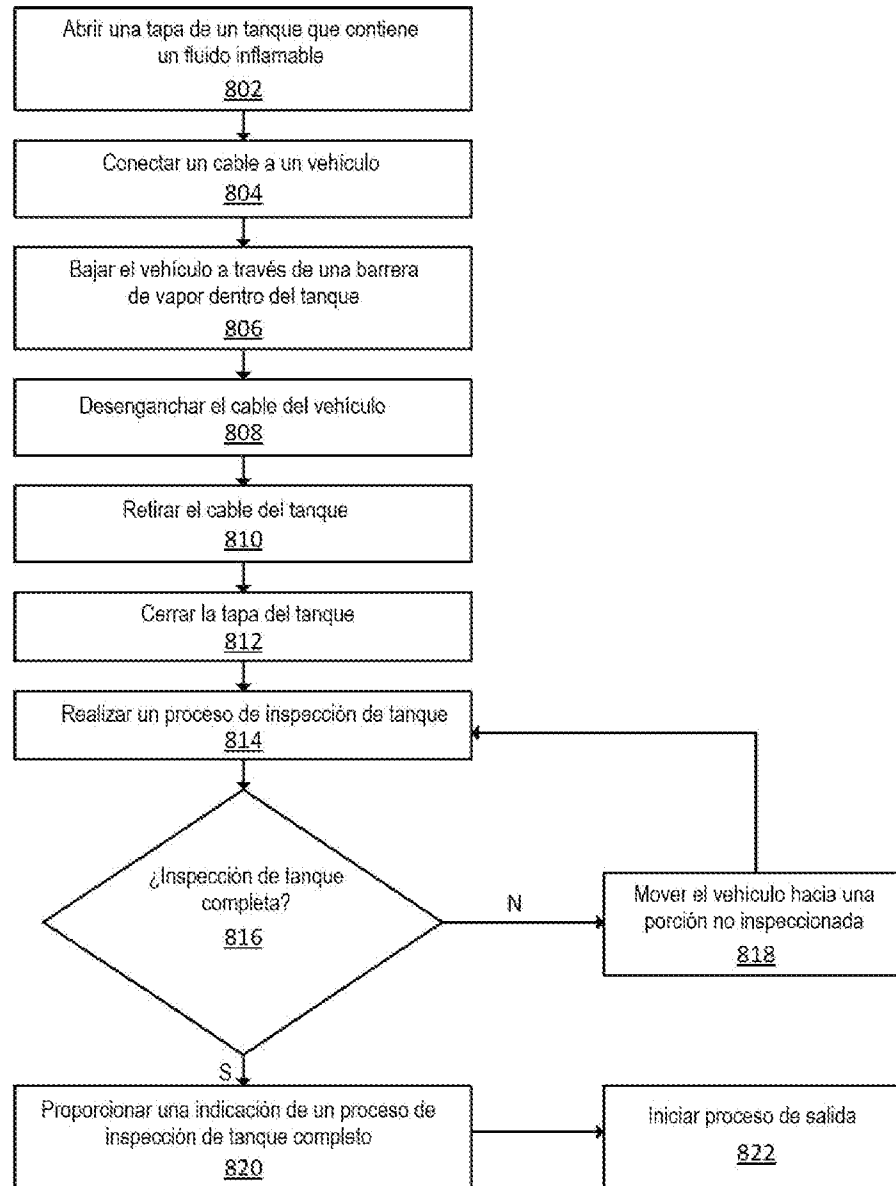
800

FIG. 8

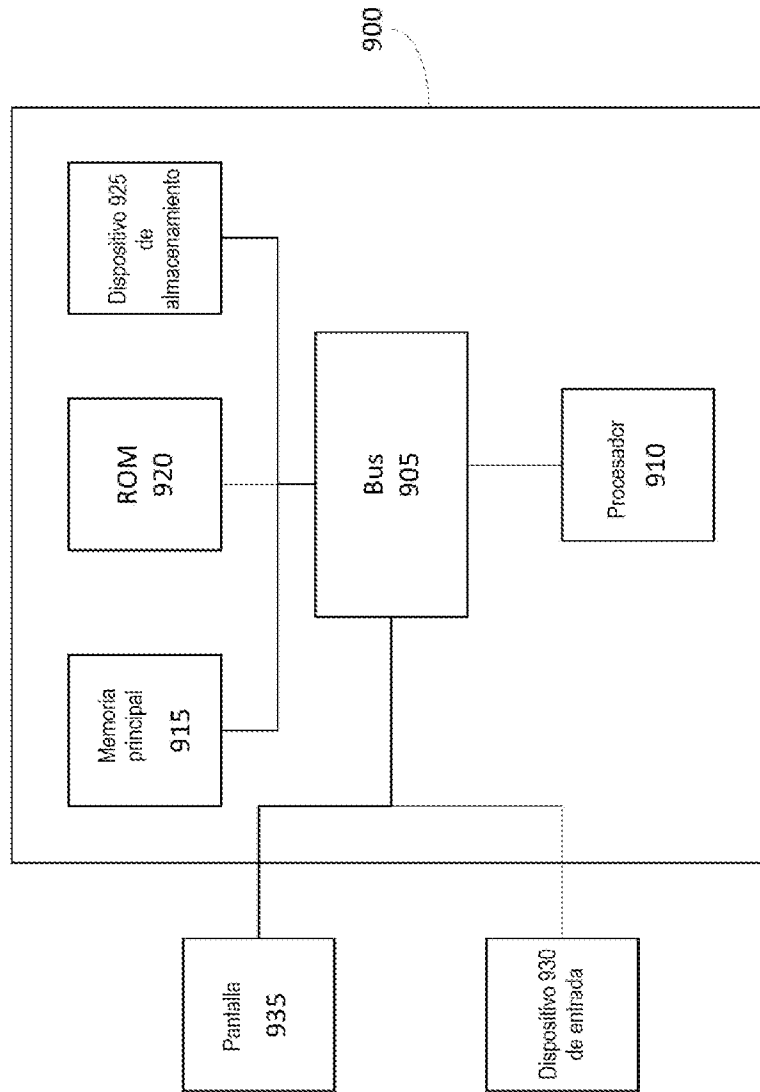


FIG. 9