

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 394 543**

51 Int. Cl.:

**G01G 17/04** (2006.01)

**G01G 13/16** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.04.2008 E 08737069 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la solicitud europea: **06.01.2010 EP 2140237**

54 Título: **Procedimiento seguro y preciso de gestión de inventario de productos químicos en su ubicación**

30 Prioridad:

**27.04.2007 US 741509**

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

**01.02.2013**

73 Titular/es:

**HALLIBURTON ENERGY SERVICES, INC.  
(100.0%)  
P.O. BOX 1431  
DUNCAN, OK 73533, US**

72 Inventor/es:

**CRAIN, STEPHEN y  
SEGURA, MICHAEL, J., R.**

74 Agente/Representante:

**VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro**

**ES 2 394 543 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

Procedimiento seguro y preciso de gestión de inventario de productos químicos en su ubicación

**Antecedentes**

5 Para muchas operaciones de servicio de los yacimientos petrolíferos, deben usarse numerosos productos químicos para conseguir una producción útil a partir de los pozos de petróleo y de gas, lo que incluye agentes tensioactivos, tampones, ácidos, bases, agentes reticulantes, rompedores, etc. Para la mayor parte de las operaciones, los productos químicos se llevan hasta la ubicación en una forma concentrada y se diluyen *in situ* para conseguir las concentraciones finales deseadas.

10 Normalmente, tales concentrados de producto químico líquido se transportan hasta la ubicación del pozo a través de camiones, remolques o plataformas rodantes, incluyendo camiones de transporte, remolques flotantes, o sistemas de medición de líquido. Debido a unos procedimientos de medición poco precisos y a otros errores, a menudo es necesario determinar la cantidad de producto químico en un tanque dado cuando llega el tanque. Debido, en parte, a que el pozo está emplazado habitualmente en una ubicación remota, no ha estado disponible ninguna técnica para medir la cantidad de producto químico en el tanque en el sitio del pozo. La medición ha requerido tradicionalmente  
15 que trepe personal de campo sobre el tanque y use una barra de medición larga para determinar la cantidad de producto químico en el tanque.

Posteriormente, después de que se ha descargado una parte del producto químico en el tanque, a menudo es necesario o deseable medir la cantidad de producto químico que queda en el tanque. Debido a que los instrumentos que se usan en la actualidad para medir la velocidad de descarga del producto químico a partir del tanque no son lo  
20 bastante precisos, el tanque se mide habitualmente de nuevo por el personal de campo desde arriba del tanque.

El personal de campo que se requiere para realizar estas mediciones manuales se somete a unos riesgos significativos mientras que se realizan las mediciones. Muchos de los productos químicos que se encuentran en los tanques plantean riesgos para la salud y, debido a que el personal de campo se ve forzado a trabajar cerca de las aberturas en los tanques, este puede estar expuesto a productos químicos nocivos. El personal de campo también  
25 afronta el riesgo de caídas, debido a que las mediciones manuales precisan de su ascenso a la parte de arriba del camión, el remolque y/o el tanque.

Además de los peligros de salud y de seguridad concomitantes al procedimiento de medición manual, el uso de una barra de medición para determinar la cantidad de producto químico en el tanque da como resultado unas mediciones inherentemente poco precisas. La barra de medición podría insertarse con un ligero ángulo y/o movimientos ligeros  
30 podrían dar lugar a que el producto químico salpicara y produjese una lectura incorrecta. Incluso en unas condiciones ideales, sólo puede esperarse que una barra de medición determine la cantidad de producto químico que queda dentro de un margen de error significativo.

Las mediciones manuales tradicionales requieren también un tiempo sustancial. El personal de campo debe gastar entonces su valioso tiempo trepando a la parte de arriba del tanque, midiendo con cuidado la profundidad del  
35 producto químico y realizando el descenso. Las medidas de seguridad que precisa el proceso consumen un tiempo y unos recursos humanos adicionales.

Debido, en parte, a estos inconvenientes de la gestión de productos químicos tradicional, se desarrolló y se dio a conocer un sistema basado en peso y un procedimiento para medir y gestionar aditivos químicos secos en las patentes de los EE. UU. con n.ºs 4.353.482, 4.410.106, 4.265.266 y 4.427.133. A pesar de que estas invenciones  
40 presentan unas mejoras significativas frente a los procedimientos manuales de medición de aditivos químicos secos, la precisión de sus mediciones se resiente debido a un fallo para corregir las fuerzas fuera del eje, las pendientes, las mediciones imprecisas del peso de tanque y otros problemas. Además, es deseable un sistema de gestión basado en peso móvil para líquidos, pastas, disoluciones o suspensiones. El documento DE 4311595 da a conocer un dispositivo de medición de peso sobre un recipiente de transporte de líquidos, en el que las células de medición  
45 se inclinan hacia el eje longitudinal del recipiente.

**Figuras**

Algunas realizaciones a modo de ejemplo específicas de la divulgación pueden entenderse haciendo referencia, en parte, a la siguiente descripción y a los dibujos adjuntos.

50 **La figura 1** es una vista a ojo de pájaro de un remolque con varias unidades de almacenamiento de productos químicos y varias configuraciones de las células de carga por debajo de las mismas, estando algunas configuraciones de acuerdo con una realización a modo de ejemplo de la presente invención.

**La figura 2** muestra dos inclinómetros configurados para medir la inclinación de una unidad de almacenamiento, de acuerdo con una realización a modo de ejemplo de la presente invención.

La figura 3 es una representación de un vehículo que contiene unas unidades de almacenamiento en una posición no a nivel, de acuerdo con una realización a modo de ejemplo de la presente invención.

La figura 4 es una representación tridimensional de una unidad de almacenamiento de productos químicos a modo de ejemplo con cuatro células de carga, de acuerdo con una realización a modo de ejemplo de la presente invención.

### **Resumen**

La presente divulgación se refiere a procedimientos y a sistemas para medir con precisión el peso de los productos químicos contenidos en una unidad de almacenamiento móvil y, más en particular, para medir las diferencias en el peso de sustancias industrialmente útiles en ubicaciones remotas. En un primer aspecto, la invención proporciona un procedimiento que se define mediante la reivindicación 1. En otro aspecto, la invención proporciona un sistema que se define mediante la reivindicación 8. Características adicionales se definen en las reivindicaciones dependientes.

También se describe un procedimiento para determinar el peso de una sustancia contenida en una unidad de almacenamiento, que comprende: transportar una sustancia industrialmente útil con un vehículo, usar uno o más dispositivos de medición para producir una o más mediciones de peso de la sustancia industrialmente útil en la unidad de almacenamiento sin retirar la unidad de almacenamiento con respecto al vehículo, medir un grado de desviación a lo largo de un eje con respecto a una posición a nivel de la unidad de almacenamiento o el dispositivo de medición, procesar las una o más mediciones de peso y el grado de desviación para producir una segunda medición de peso más precisa.

Las características y ventajas de la presente divulgación serán fácilmente evidentes para los expertos en la técnica a partir de una lectura de la descripción que sigue de las realizaciones a modo de ejemplo.

### **Descripción**

La presente divulgación se refiere a sistemas y a procedimientos para medir el peso de sustancias industrialmente útiles contenidas en una unidad de almacenamiento y, más en particular, para medir las diferencias en el peso de los aditivos químicos almacenados en recipientes portátiles.

En una realización de la presente invención, las unidades de almacenamiento son unos tanques tales como tanques Hal o tanques contenedores de productos químicos, que contienen sustancias líquidas, tales como productos químicos líquidos, pastas, disoluciones o suspensiones. La sustancia líquida puede transportarse a través de un vehículo, tal como un camión, remolque o plataforma rodante, hasta un sitio remoto para, entre otras cosas, su aplicación a la pared interior de un pozo en conjunción con una operación de servicio de pozos para petróleo o gas. En la presente realización, los camiones de transporte, remolques de sistema de gestión de líquido y remolques flotantes, son vehículos preferidos para el transporte de la sustancia líquida.

La sustancia contenida en las unidades de almacenamiento o bien se descarga o bien se permite que se descargue a partir de las unidades de almacenamiento a una velocidad controlada por un mecanismo de control de descarga. La descarga dosificada de la presente invención puede realizarse de forma activa, como con una bomba, o puede regularse de forma pasiva, dependiendo de la gravedad o de alguna otra fuerza para empujar o para tirar de la sustancia a partir de la unidad de almacenamiento. En cualquier caso, no obstante, la descarga o la liberación de la sustancia a partir de la unidad de almacenamiento está controlada por algún tipo de mecanismo de control de descarga.

Cuando la unidad de almacenamiento contiene una sustancia líquida, la descarga de la sustancia líquida puede realizarse con una bomba y supervisarse por medio de un caudalímetro o mediante la velocidad de la bomba. De acuerdo con la presente invención, la velocidad de descarga de la sustancia puede determinarse con más precisión por medio de la dependencia en mediciones periódicas de la carga de la unidad de almacenamiento. Como alternativa, los dispositivos de medición de nivel pueden utilizarse sólo cuando se requiere una precisión particular, dejando la tarea general de supervisar la velocidad de descarga al caudalímetro o a otros medios de detección de velocidad de descarga análogos.

En una realización a modo de ejemplo, se usan células de carga para determinar la fuerza que se ejerce por la gravedad sobre una unidad de almacenamiento y sus contenidos. Las células de carga electrónicas se prefieren por su precisión y se conocen bien en la técnica, si bien pueden usarse otros tipos de dispositivos de medición de fuerza. Tal como será evidente para un experto en la técnica, no obstante, cualquier tipo de dispositivo de detección de carga puede usarse en lugar de, o en conjunción con, una célula de carga. Ejemplos de los dispositivos de medición de nivel adecuados incluyen dispositivos de medición de peso, de masa, de presión o de fuerza, tal como células de carga hidráulicas, básculas, ejes dinamométricos, células de carga de vigas de medición de esfuerzo cortante de doble apoyo y transductores de presión.

Haciendo referencia a la realización que se muestra en la figura 1, múltiples unidades de almacenamiento 12 se colocan en un vehículo 10. Las células de carga 14 se encuentran entre las unidades de almacenamiento 12 y el piso del vehículo 10. Las células de carga 14 producen unas señales que se corresponden con la fuerza de la

5 gravedad sobre las unidades de almacenamiento 12 y sus contenidos, y esas señales o bien se leen directamente o bien se procesan, para determinar el peso de la unidad de almacenamiento y de cualquier sustancia restante en el interior de la misma. En una realización, cuatro células de carga se colocan de forma simétrica entre una unidad de almacenamiento 18 y el piso del vehículo. Sólo una célula de carga se asocia también con una unidad de almacenamiento 20, pero esto se encuentra fuera del alcance de la presente invención.

10 Los dispositivos de medición de nivel pueden estar acoplados a la parte de debajo de las unidades de almacenamiento, presentes sobre el piso del vehículo, configurados entre las unidades y un punto de suspensión, o pueden estar configurados de otro modo con el fin de producir una señal o medición en base al peso de la unidad de almacenamiento o de alguna porción de la misma. El uso de múltiples dispositivos de medición de nivel (tal como células de carga), para cada tanque de almacenamiento o carga, aumenta la precisión de la medición de peso total.

15 A pesar de que las mejoras que se describen en el presente documento mejoran la precisión de las mediciones tomadas en conjunción con la gestión de productos químicos, unos medios todavía más precisos de medición del peso se encuentran disponibles en unas instalaciones permanentes con básculas de precisión. Con el fin de reducir el error en las mediciones tomadas por las células de carga u otros dispositivos de medición asociados con los tanques de almacenamiento portátiles, el peso de los tanques de almacenamiento portátiles debería medirse preferentemente de manera independiente, usando una báscula de precisión en una instalación permanente. Habitualmente, los tanques deberían pesarse tanto cuando están vacíos como cuando contienen una sustancia. Después de que se determine el peso del tanque, el peso de cualquier sustancia en la unidad de almacenamiento puede calcularse mediante las células de carga u otro dispositivo de medición en cualquier instante, midiendo el peso total de la unidad y sus contenidos y restando el peso en vacío medido de manera independiente de la unidad de almacenamiento. Las mediciones de peso producidas por las básculas de precisión son particularmente útiles para la calibración de los dispositivos de medición de nivel y los medios de procesamiento que se dan a conocer en el presente documento.

25 Con un procesamiento adicional y con el registro del tiempo transcurrido entre las mediciones de peso, pueden usarse también múltiples mediciones de peso a partir de el/los dispositivo(s) de medición de nivel para determinar la velocidad de descarga de la sustancia a partir de la unidad de almacenamiento. Si se desea, esta velocidad medida de descarga puede usarse para ajustar de forma manual o automática los medios para descargar el producto químico para conseguir la velocidad deseada de descarga.

30 A pesar de que la presente divulgación se refiere a un producto químico líquido, podría adaptarse con facilidad para cualquier sustancia industrialmente útil, incluyendo líquidos, materiales secos, pastas, disoluciones o suspensiones. En otra realización, por ejemplo, las unidades de almacenamiento pueden contener un polímero de gel seco. El polímero de gel seco puede usarse también como un aditivo durante una operación de servicio de pozos, pero la presente invención no se limita a la gestión de inventario de productos químicos en operaciones de servicio de pozos. La presente invención puede aplicarse en cualquier circunstancia en la que se desea el peso, la masa, el volumen o la velocidad de descarga de una sustancia industrialmente útil, en especial cuando la medición debe tomarse en una ubicación remota. La presente invención puede adaptarse también para dar cabida a mezclas tales como cemento o a sustancias granulares tales como arena.

40 Cualquier número par de células de carga u otro dispositivo de medición puede usarse para medir el peso de la unidad de almacenamiento, a pesar de que se usan cuatro en una realización preferente. Los dispositivos de medición pueden estar dispuestos también en varios patrones dependiendo de las formas de la(s) unidad(es) de almacenamiento y del vehículo y de otros factores. Es deseable que múltiples dispositivos de medición se usen para medir cada unidad de almacenamiento, debido a que la precisión de la medición aumenta cuando se usan múltiples dispositivos de medición.

45 En una realización, las unidades de almacenamiento y las células de carga están acopladas al vehículo. Como alternativa, las unidades de almacenamiento pueden no estar fijas al vehículo, caso en el que las células de carga pueden estar acopladas al remolque, pueden estar acopladas a las unidades de almacenamiento, pueden estar integradas en un soporte que sostiene el tanque montado sobre el vehículo, o pueden ser móviles y capaces de ser desplazadas para dar varias configuraciones dependiendo de las necesidades de un envío particular. En otra realización más, las células de carga están acopladas a una o más básculas o plataformas móviles. Las unidades de almacenamiento pueden colocarse a continuación sobre las plataformas cuando se cargan en el vehículo.

50 Debido a que el peso de las unidades de almacenamiento se medirá normalmente mientras que las unidades están descansando sobre un vehículo 10 en una ubicación remota (tal como un pozo de petróleo), por lo menos dos condiciones en la ubicación remota podrían conducir a una medición de peso no precisa. En primer lugar, el vehículo 10 y cualquier tanque de almacenamiento 12 en el interior del mismo puede encontrarse perfectamente a nivel, lo que da como resultado la aplicación, a cada dispositivo de pesada, de unas fuerzas de gravedad distribuidas de manera no uniforme y/o no normales. En segundo lugar, el viento o alguna otra fuerza externa no gravitatoria puede influir sobre la fuerza detectada por cualquiera de los dispositivos de pesada.

55 Haciendo referencia a la realización que se muestra en las figuras 2 y 3, los inclinómetros 50, u otros dispositivos de medición de nivel, pueden usarse para medir el grado 60 al que las unidades de almacenamiento 12 no se

- encuentran a nivel con respecto a la gravedad y/o los dispositivos de pesada. El grado de desviación 60 con respecto a la posición a nivel se toma como el ángulo entre el eje de la gravedad 62 y el eje 64 normal al dispositivo de medición de nivel. Muchos 50 inclinómetros convencionales producen unas salidas de señal eléctrica representativas del grado medido de desviación 60 con respecto a una posición a nivel, también conocida como inclinación. Estas señales pueden usarse a continuación para ajustar las mediciones de peso que proporcionan los dispositivos de medición. Debido a que el grado de desviación 60 con respecto a la posición a nivel puede afectar a las mediciones producidas por los dispositivos de medición, el conocimiento del grado de desviación 60 con respecto a la posición a nivel permite la corrección matemática de las mediciones. Los inclinómetros 50 pueden usarse de esta forma para detectar y corregir la inclinación sobre uno o más ejes.
- 5
- 10 Haciendo referencia a la realización que se muestra en la figura 2, dos o más dispositivos de medición de nivel 50 pueden usarse para corregir el grado de desviación con respecto a la posición a nivel a lo largo de múltiples ejes. Uno de los dispositivos de medición de nivel puede colocarse contra el lado 52 de la unidad de almacenamiento 12 y ser accionable para medir el grado de desviación con respecto a la posición a nivel en el plano del lado 52 de unidad de almacenamiento. Otro dispositivo de medición de nivel puede colocarse a lo largo del lado 56 de la unidad de almacenamiento 12 y ser accionable para medir el grado de desviación con respecto a la posición a nivel en el plano del lado 56. El primer dispositivo de medición de nivel puede medir, por lo tanto, la inclinación desde el lado 52 hasta el lado 54, mientras que el segundo dispositivo de medición de nivel puede medir la inclinación desde el lado 56 hasta el lado 58.
- 15
- Una vez que se conoce el grado de desviación 60 con respecto a la posición a nivel, el peso medido puede corregirse dividiendo el peso medido por el coseno del grado de desviación 60. Otros cálculos matemáticos bien conocidos en la técnica pueden usarse también para ajustar el peso medido en base al grado de desviación 60 con respecto a la posición a nivel.
- 20
- Cuando se usan múltiples dispositivos de pesada, estos pueden estar dispuestos específicamente para contrarrestar cualquier momento o fuerza no deseados que puedan dar lugar a que los dispositivos de pesada notifiquen un peso poco preciso. En particular, los dispositivos de pesada deberían estar dispuestos en una configuración simétrica, de tal modo que, para cada célula de carga afectada por la fuerza no deseada, otra célula de carga produce una respuesta opuesta. Cuando las fuerzas que se miden por los dispositivos de pesada se suman para determinar el peso total, el impacto de la fuerza no deseada se reducirá o se cancelará por las mediciones iguales y opuestas de la fuerza por los dispositivos de pesada separados.
- 25
- 30 Haciendo referencia a la realización que se muestra en la figura 4, las células de carga 15, 16, 17 y 18 se colocan entre un tanque de almacenamiento 12 y el bastidor 21 de un vehículo. Las células de carga 15, 16, 17 y 18 soportan la misma carga, pero la célula de carga 15 tiene un desfase de  $180^\circ$  con respecto a la célula de carga 18, y la célula de carga 16 tiene un desfase de  $180^\circ$  con respecto a la célula de carga 17. Cuando se aplica una fuerza no deseada o momento, tal como una fuerza fuera del eje debido al viento 22, al tanque de almacenamiento portátil, la fuerza afecta a las células carga 15, 16, 17 y 18 de de una forma igual y opuesta. Cuando las lecturas de las células de carga se suman para determinar el peso total de la unidad de almacenamiento 12, las componentes de las mediciones debido a las fuerzas no deseadas tienden a cancelarse, dejando una medición más precisa del peso del tanque de almacenamiento portátil y sus contenidos.
- 35
- 40 Si una fuerza 22 no deseada está centrada en el punto 24, se crearán unos momentos 30 y 36. La esquina 26 de la unidad de almacenamiento 12 tenderá a girar hacia la esquina 28, mientras que la esquina 34 tenderá a girar hacia la esquina 32. A menos que las células de carga 15, 16, 17 y 18 estén dispuestas de forma simétrica y tengan un desfase una con respecto a otra, las fuerzas que se miden por las células de carga 15, 16, 17 y 18 serán menos precisas debido a la interferencia a partir de la fuerza 22 no deseada.
- 45
- La reducción o cancelación de la contribución a partir de los momentos y/o fuerzas fuera del eje no deseados tiene lugar debido a la naturaleza similar de las células de carga. En una realización, unas galgas extensométricas están dispuestas y montadas internamente para producir una salida que es principalmente sensible a la medición de peso deseada. Las galgas extensométricas u otros dispositivos de medición de nivel seguirán teniendo alguna sensibilidad a las fuerzas fuera del eje, pero debido a que los dispositivos de medición de nivel son casi idénticos en cuanto a su construcción, dar lugar a que se aplique a los dispositivos de medición de nivel un momento o fuerza común de una forma opuesta da lugar a que estos tiendan a producir unas contribuciones de polaridad opuesta. Cuando las lecturas a partir de los dispositivos de medición de nivel se combinan por último para producir la medición de carga total, las contribuciones no deseadas tenderán a cancelarse y la medición de carga total será más precisa.
- 50
- 55 A pesar de que la carga y el grado de las mediciones de desviación contemplados por la presente invención pueden tomarse de forma manual, es deseable un medio automático de procesamiento de la información generada por los dispositivos de medición. En una realización, un sistema informático está acoplado de forma electrónica a los dispositivos de medición de nivel y/o los dispositivos de medición de nivel y recibe señales electrónicas a partir de esos dispositivos. El sistema informático puede estar configurado para realizar de forma automática cálculos para compensar los momentos o fuerzas fuera del eje y el grado de desviación con respecto a la posición a nivel.
- 60

5 El sistema informático puede estar también configurado para registrar múltiples mediciones de peso a lo largo de un periodo dado de tiempo. El sistema informático puede usarse entonces para calcular la velocidad de descarga dividiendo, por ejemplo, la diferencia de dos mediciones de peso cualesquiera por el tiempo transcurrido entre las mediciones. En algunas realizaciones, el sistema informático podrá accionarse adicionalmente para comparar la velocidad de descarga calculada con la velocidad de descarga deseada y para aumentar o disminuir de forma automática la velocidad de descarga real comunicándose con, o manipulando de otro modo, el mecanismo de control de descarga. Realizando este ajuste sustancialmente en tiempo real, se potencia la precisión de la velocidad de descarga real.

10 Un sistema informático añade funcionalidad adicional en contextos tales como operaciones de servicio de pozos, en los que la sustancia contenida en la unidad de almacenamiento ha de mezclarse con otra sustancia en una relación especificada. El sistema informático puede supervisar los pesos y las velocidades de descarga de múltiples unidades de almacenamiento y ser accionable para ajustar las velocidades de descarga (a través de múltiples mecanismos de control de descarga) para adecuarse a una serie de relaciones predefinidas o especificadas por el usuario. La precisión aumentada del sistema basado en peso que se da a conocer en el presente documento facilita  
15 un cumplimiento más cercano a las relaciones deseadas, en especial cuando las velocidades de descarga se ajustan sustancialmente en tiempo real.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento para medir una cantidad de una sustancia agotada a partir de una unidad de almacenamiento (12), comprendiendo el procedimiento:

5 soportar la unidad de almacenamiento (12) sobre un vehículo (10);  
 medir un primer peso de la unidad de almacenamiento (12) y cualquier sustancia líquida contenida en la unidad de almacenamiento (12);  
 permitir que una cantidad de la sustancia líquida se descargue a partir de la unidad de almacenamiento (12);  
 medir un segundo peso de la unidad de almacenamiento (12) y cualquier sustancia líquida contenida en la unidad de almacenamiento (12); y  
 10 determinar la cantidad de la sustancia líquida que se descarga o que se permite que se descargue a partir de la unidad de almacenamiento (12) en base a la primera medición de peso y la segunda medición de peso;  
 en el que cada uno del primer peso y del segundo peso se miden usando un número par de dispositivos de medición de nivel (14) que tienen alguna sensibilidad a las fuerzas fuera del eje; y **caracterizado porque** los dispositivos de medición de nivel (14) son casi idénticos en cuanto a su construcción y están dispuestos en pares con un desfase de 180° uno con respecto al otro, de tal modo que una fuerza fuera del eje común aplicada a cada par de dispositivos de medición de nivel (14) da lugar a que produzcan unas contribuciones iguales de polaridad opuesta, de tal modo que una contribución a partir de una fuerza fuera del eje no deseada medida por un dispositivo de medición de nivel (14) de cada par, diferente de la fuerza de gravedad de la unidad de almacenamiento (12) y sus contenidos, se reduce o se cancela por la suma con las fuerzas medidas por el otro dispositivo de medición de nivel de cada par (14).

2. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, que además comprende:

medir de forma repetida el peso de la unidad de almacenamiento (12) y la sustancia líquida contenida en la unidad de almacenamiento (12); y  
 25 determinar, sustancialmente en tiempo real, la cantidad de la sustancia líquida que se descarga o que se permite que se descargue en base a dos o más cualesquiera de las mediciones de peso.

3. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, en el que un peso en vacío de la unidad de almacenamiento (12) se mide con una báscula de alta precisión antes de que la unidad de almacenamiento (12) se cargue en el interior del vehículo (10).

4. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el peso de la unidad de almacenamiento (12) y la sustancia líquida se calcula en base a una información que proporcionan los dispositivos de medición de nivel (14).

5. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 4, en el que cuatro de dichos dispositivos de medición de nivel (14) están dispuestos en un patrón rectangular y se usan para determinar la cantidad de la sustancia líquida que queda en el tanque.

6. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, que además comprende suministrar la sustancia líquida descargada a una mezcladora para su uso en una operación de servicio de pozos.

7. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 4, en el que las unidades de almacenamiento (12) se encuentran sobre plataformas móviles y en el que los dispositivos de medición de nivel (14) están acoplados a las plataformas.

8. Un sistema de gestión de productos químicos móvil, que comprende:

40 una o más unidades de almacenamiento (12);  
 un vehículo (10) accionable para transportar la unidad de almacenamiento (12) y cualquier contenido de la misma;  
 una o más sustancias industrialmente útiles contenidas dentro de las una o más unidades de almacenamiento (12);  
 45 uno o más mecanismos de control de descarga accionables para controlar las velocidades de descarga de las una o más sustancias industrialmente útiles desde las una o más unidades de almacenamiento (12); y  
 un número par de dispositivos de medición (14) acoplados a cada unidad de almacenamiento (12) y accionables para producir una señal que se corresponde con la fuerza de la gravedad sobre la unidad de almacenamiento (12) y los contenidos de la misma;  
 50 **caracterizado porque** los dispositivos de medición (14) son casi idénticos en cuanto a su construcción y están dispuestos en pares con un desfase de 180° uno con respecto al otro, de tal modo que una fuerza fuera del eje común aplicada a cada par de dispositivos de medición de nivel (14) da lugar a que estos produzcan unas contribuciones iguales de polaridad opuesta, de tal modo que una contribución a partir de una fuerza fuera del eje no deseada medida por un dispositivo de medición (14) de cada par, diferente de la fuerza de gravedad de la unidad de almacenamiento (12) y sus contenidos, se reduce o se cancela por la suma con las fuerzas medidas por el otro dispositivo de medición de cada par (14).

9. El sistema de acuerdo con la reivindicación 8, en el que los dispositivos de medición (14) comprenden medios de detección de peso, de masa, de presión o de carga, tal como células de carga.
10. El sistema de acuerdo con la reivindicación 8, en el que la sustancia industrialmente útil comprende un producto químico que va a usarse en conjunción con una operación de servicio de pozos.
- 5 11. El sistema de acuerdo con la reivindicación 8, que además comprende un sistema de procesamiento accionable para recibir y procesar señales eléctricas a partir de los dispositivos (14) de medición.
12. El sistema de acuerdo con la reivindicación 11, en el que el sistema de procesamiento puede accionarse adicionalmente para comunicarse con el mecanismo de control de descarga para cambiar la velocidad de descarga de la sustancia industrialmente útil.
- 10 13. El sistema de acuerdo con la reivindicación 11, en el que se permite que dos o más sustancias industrialmente útiles se descarguen para su combinación en una o más relaciones deseadas; y en el que el sistema de procesamiento puede accionarse para supervisar las señales producidas por los dispositivos de medición (14) sustancialmente en tiempo real y para ajustar dos o más mecanismos de control de descarga para conseguir las relaciones deseadas de las dos o más sustancias industrialmente útiles.
- 15 14. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, que además comprende:  
medir un grado de desviación a lo largo de un eje con respecto a una posición a nivel de la unidad de almacenamiento (12) o del dispositivo de medición (14); y  
procesar las mediciones de peso y el grado de desviación para producir una medición de peso más precisa.
- 20 15. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 14, en el que se usa un inclinómetro (50) para realizar la medición del grado de desviación con respecto a una posición a nivel.
16. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 14, que además comprende medir un grado de desviación con respecto a una posición a nivel a lo largo de un segundo eje.



Fig.1.

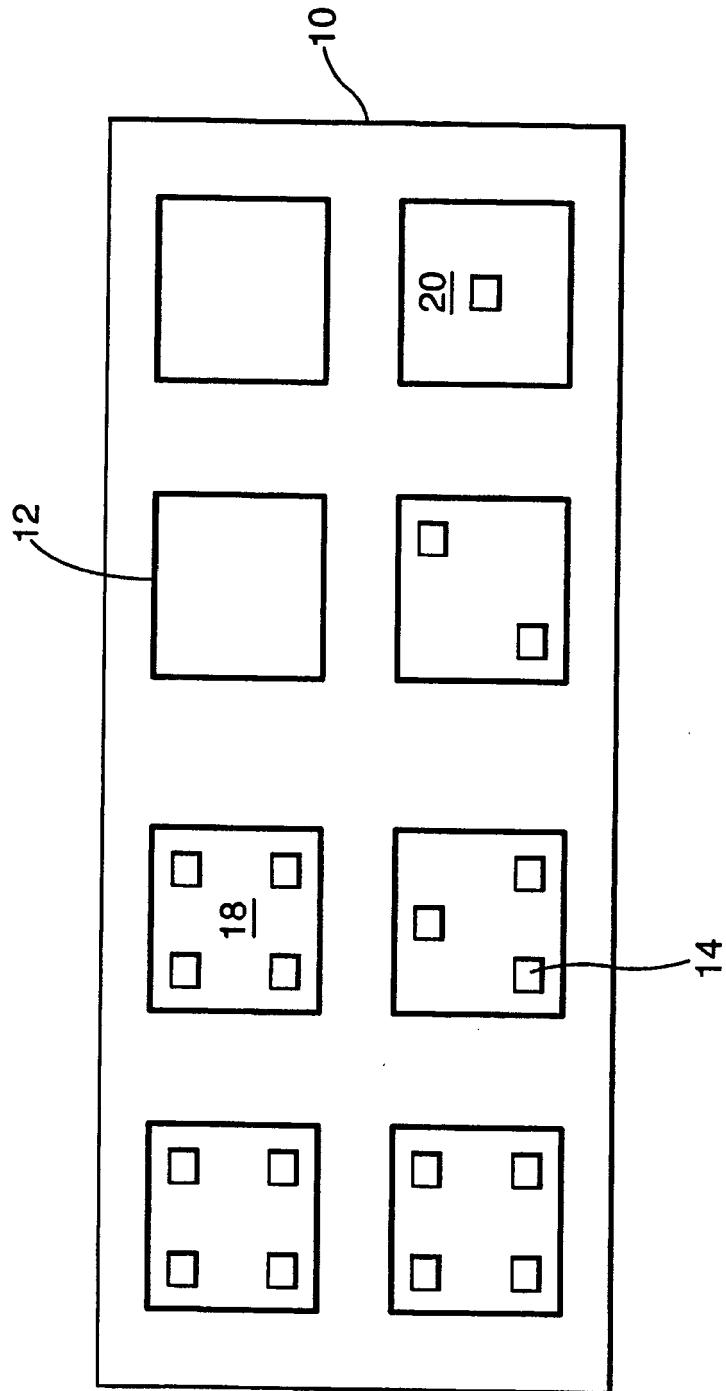


Fig.2.

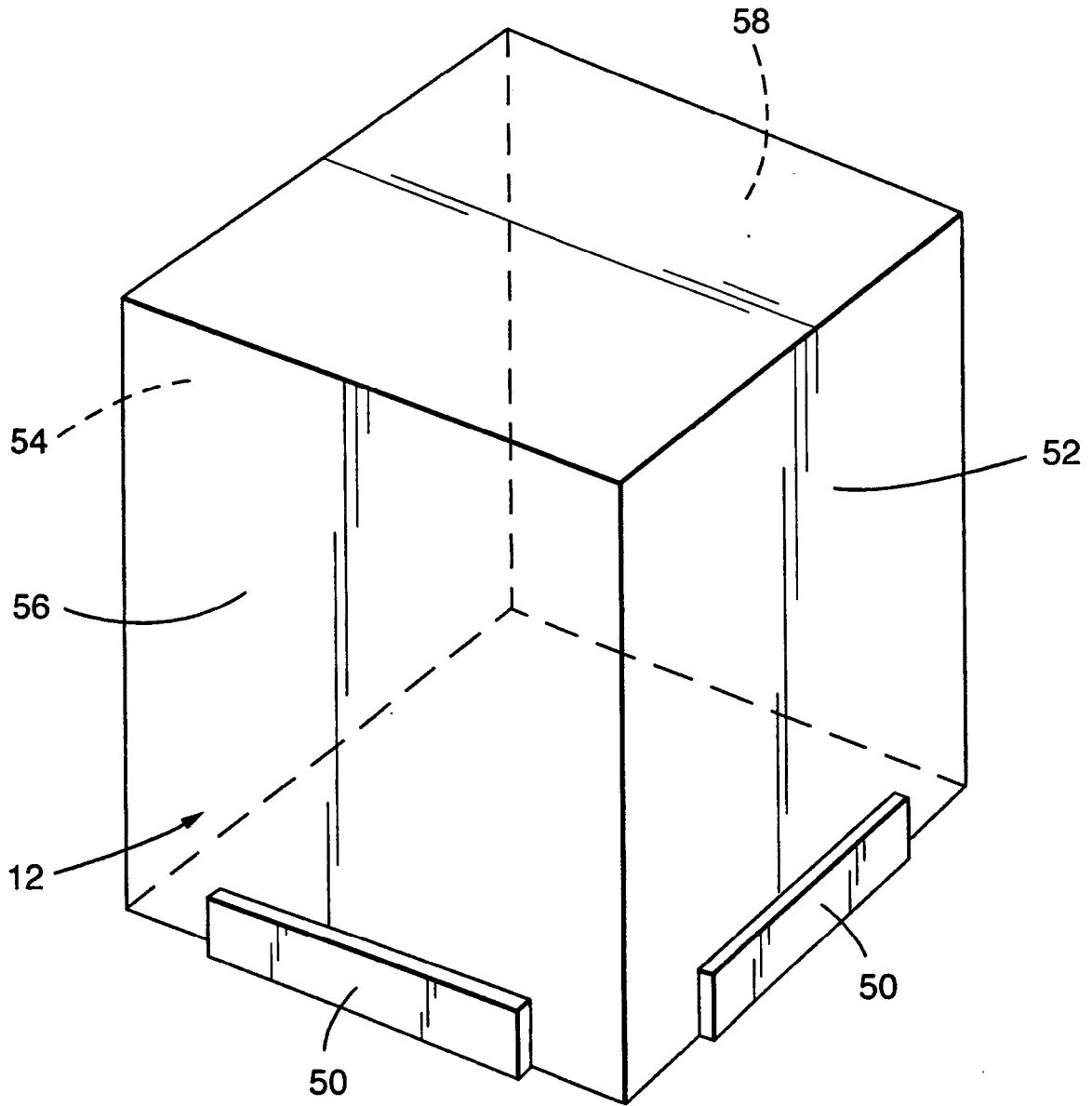


Fig.3.

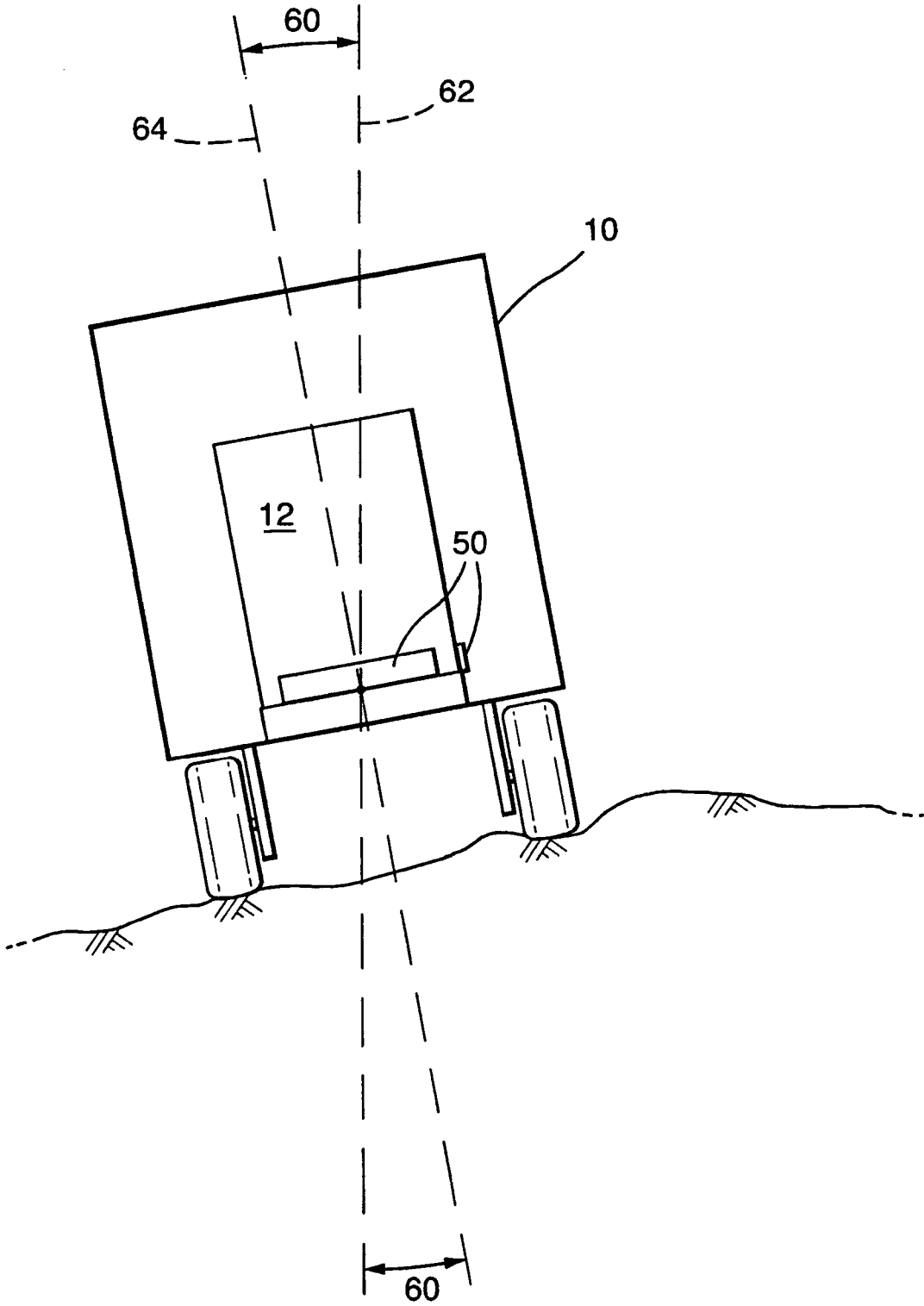


Fig.4.

