

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 907 954**

51 Int. Cl.:

**G01F 23/26**

(2006.01)

12

## TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.06.2011** **E 11169037 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.12.2021** **EP 2400275**

54 Título: **Medición de nivel de llenado sin contacto de líquidos**

30 Prioridad:

**25.06.2010 DE 102010025118**

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

**27.04.2022**

73 Titular/es:

**SIEMENS HEALTHCARE DIAGNOSTICS  
PRODUCTS GMBH (100.0%)  
Emil-von-Behring-Strasse 76  
35041 Marburg, DE**

72 Inventor/es:

**WIEDEKIND-KLEIN, ALEXANDER**

74 Agente/Representante:

**CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel**

ES 2 907 954 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

Medición de nivel de llenado sin contacto de líquidos

La presente invención hace referencia a un procedimiento para la medición de nivel de llenado capacitiva no invasiva y sin contacto.

- 5 Cuando se realizan mediciones de nivel, el nivel de llenado (la altura de posición) de líquidos y sólidos a granel en un recipiente se detecta mediante dispositivos de medición de nivel de llenado.

10 En un procedimiento clásico de medición de nivel, en un recipiente con un líquido se coloca un flotador con un cuerpo flotante. Dicho flotador contiene, por ejemplo, un imán cuyo campo es accionado a través de la pared del recipiente por relés magnéticos que están dispuestos como una matriz. De esta manera se puede medir el nivel de llenado en el recipiente. El problema aquí consiste en que, dependiendo de la densidad del líquido, el flotador se sumerge en una extensión diferente, lo que altera el resultado de la medición. También en estos dispositivos, el flotador entra inevitablemente en contacto con el líquido, lo que puede provocar que este último se contamine o que el flotador, dependiendo de las propiedades del líquido, se vea afectado por él.

- 15 Otros métodos conocidos de medición de nivel de llenado comprenden medición de conductividad, medición de presión, medición con ultrasonidos (en la cual el nivel de llenado se determina por el tiempo de tránsito de la señal), medición del peso del recipiente, medición de presión diferencial, medición óptica o medición de capacidad.

En la medición de nivel de llenado capacitiva, se utiliza la conductividad dieléctrica  $\epsilon$  del producto de llenado, que es diferente a la de los gases o del aire.

- 20 En los métodos invasivos de medición de nivel de llenado capacitiva, una sonda ubicada dentro del recipiente y, por ejemplo, la pared del recipiente eléctricamente conductora conforman un condensador eléctrico. Cuando la sonda está al aire, se mide una cierta capacitancia inicial baja. Cuando el recipiente está lleno, la capacidad del condensador aumenta a medida que se cubre la sonda. La electrónica de la sonda convierte la capacitancia en un tren de pulsos eléctricos y la amplifica. La electrónica de evaluación calcula el valor de medición a partir de la frecuencia del pulso. El cambio de capacitancia del medio se convierte en una señal proporcional al nivel de llenado y permite visualizar el nivel de señado.

Este método presenta la desventaja de que la sonda, al igual que el flotador mencionado anteriormente, puede verse afectada por el líquido, dependiendo de las propiedades del líquido. Además, cuando el contenedor es parte de un sistema, existe el riesgo de que la sonda se dañe mecánica o eléctricamente cada vez que se cambie el recipiente.

- 30 Además, los sensores capacitivos también se pueden utilizar en métodos para la medición de nivel capacitiva no invasiva. Estos métodos se caracterizan porque ninguna parte del sensor de nivel de llenado entra en contacto con el medio de llenado cuyo nivel de llenado debe determinarse.

- 35 La superficie activa de un sensor capacitivo contiene electrodos, con la ayuda de los cuales se pueden percibir las condiciones dieléctricas del entorno. El sensor comprende, por ejemplo, dos electrodos que están dispuestos, por así decirlo, en un condensador de placa desplegada. Entre estos electrodos se genera un campo eléctrico alterno de alta frecuencia. Dicho campo penetra en el material a medir de forma no destructiva.

La capacitancia del condensador depende de la permitividad del material de relleno. El término "permitividad" (también: conductividad dieléctrica, símbolo:  $\epsilon$ ) indica la permeabilidad de un material a los campos eléctricos. También al vacío se asigna una permitividad, ya que también en el vacío pueden surgir campos eléctricos o pueden propagarse campos electromagnéticos.

- 40 El número de permitividad (permitividad relativa)  $\epsilon_r = \epsilon/\epsilon_0$  es la relación de  $\epsilon$  con respecto a la constante de campo eléctrico  $\epsilon_0$  (permitividad del vacío). La variable adimensional  $\epsilon_r$  caracteriza los efectos de debilitamiento del campo de la polarización dieléctrica dentro de materiales eléctricamente aislantes y está estrechamente relacionada con la susceptibilidad eléctrica  $\chi$ . El término "constante dieléctrica" para la permitividad se considera obsoleto y ya no debe utilizarse.

- 45 Debido a que la mayoría de los medios poseen una permitividad diferente al aire o al vacío, el llenado de un recipiente en el cual se encuentra un sensor de nivel capacitivo conduce a un aumento de la capacitancia entre los electrodos.

Por lo tanto, se aprovecha que tan pronto como se acerca un objeto conductor o no conductor, la capacitancia eléctrica del electrodo de medición al entorno o al electrodo de referencia cambia en función de la distancia y del

material del objeto de medición. Esto significa que los sensores capacitivos pueden reaccionar sin contacto, es decir, sin contacto directo, al acercarse un objeto con una señal de conmutación eléctrica. Debido a que los sensores capacitivos también pueden detectar a través de paredes divisorias no metálicas resultan particularmente adecuados para controlar el nivel de líquidos, pastas o materiales a granel.

5 Para la determinación de la capacitancia de un condensador, por lo general, se mide la corriente de descarga óhmica entre los electrodos individuales del condensador. El condensador está conectado en serie con un miliamperímetro de corriente alterna a una fuente de tensión alterna. La corriente eléctrica  $I$  que fluye y que muestra el instrumento depende de la resistencia capacitiva del condensador. Para ello, se debe seleccionar una frecuencia de medición tan baja que la resistencia óhmica sea dominante en comparación con la corriente capacitiva en ambos  
10 medios.

De manera alternativa, es posible medir el tiempo en el que la tensión a través del capacitor ha caído a un cierto valor (por ejemplo, 33%). Una vez transcurrido este tiempo, por ejemplo, se puede activar un contador que produce un evento de conteo, o bien envía el tiempo transcurrido como valor medido.

15 Para la medición de nivel capacitiva no invasiva, el procedimiento es el siguiente: Cuando uno de los electrodos está ubicado, por ejemplo, junto a un medio con baja permitividad, como, por ejemplo, el aire, primero se mide una baja capacitancia inicial. Cuando el recipiente se llena con un medio de permitividad más elevada, como, por ejemplo, agua, la capacitancia del condensador aumenta a medida que aumenta el área alrededor del electrodo del condensador. Como se describió anteriormente, se puede tomar un valor de medición que sea proporcional a la zona adyacente al electrodo del condensador.

20 Un ejemplo de un sensor capacitivo que se utiliza para la medición del nivel de llenado es el sensor "CLC" (sensor de nivel capacitivo por sus siglas en inglés: Capacitive Level Sensor) de la empresa Sensortechncs ([http://www.sensortechncs.com/download/DS\\_Standard-CLC\\_E\\_11663.pdf](http://www.sensortechncs.com/download/DS_Standard-CLC_E_11663.pdf)). Este sensor presenta un único electrodo de medición y un único electrodo de referencia y está unido al lado exterior de la pared del recipiente.

25 Sin embargo, una desventaja de este sensor y de otros métodos conocidos y de los dispositivos asociados consiste en la sensibilidad a las interferencias externas que pueden alterar el resultado de la medición. Las influencias perturbadoras pueden provenir de fuentes de tensión de alta frecuencia, del personal operativo o de otros recipientes de líquido distanciados espacialmente con niveles de llenado variables. En particular, en laboratorios con diferentes aparatos y dispositivos de análisis automáticos dispuestos espacialmente adyacentes y en los que se utilizan fuentes de tensión de alta frecuencia, dichas perturbaciones externas se producen con gran probabilidad,  
30 con relativa frecuencia y de forma masiva. Un sensor de este tipo, que está acoplado a un recipiente (prácticamente) vacío, indica de manera incorrecta, por ejemplo, que el recipiente está lleno o parcialmente lleno cuando un objeto, por ejemplo, una mano o una pieza de una máquina, se acerca al electrodo de medición.

Además, los sensores de este tipo también son susceptibles a otras influencias externas. Así, por ejemplo, un entrehierro entre el campo de medición y el recipiente de medición reduce la señal de medición.

35 Cuando el sensor de nivel de llenado forma parte de un sistema, por ejemplo, de un dispositivo de análisis automático para examinar muestras de pacientes clínicos, dicha medición incorrecta puede generar complicaciones considerables en el curso de los posteriores pasos de trabajo.

Además, la precisión de la medición de dichos sensores depende en gran medida de una correcta calibración, lo que puede provocar importantes errores de medición y la facilidad de manipulación está muy limitada.

40 Por lo tanto, un dispositivo que sea menos susceptible a las interferencias de influencias externas sería una gran ventaja.

Además, un dispositivo cuya calidad de medición dependa menos de la calidad de la calibración sería una gran ventaja.

45 Otro sensor de nivel de llenado capacitivo se describe en la solicitud EP 1312897 A2. Dicho sensor comprende una disposición vertical de placas metálicas, en donde cada una conforma un condensador.

Las solicitudes JPH 07 128114 A, DE 10 2007 001175 A1, US 4 295 370 A y US 2003/000303 A1 describen otras mediciones no invasivas del nivel de llenado según el estado del arte.

50 Un objeto de la presente invención consiste en proporcionar un procedimiento para la medición de nivel de llenado capacitiva sin contacto con un medio de llenado en un recipiente que evita las desventajas mencionadas anteriormente y que es en particular menos susceptible a la interferencia de influencias externas.

El objeto se resuelve, entre otras cosas, porque el dispositivo para la medición del nivel de llenado capacitiva sin contacto presenta una disposición especial de al menos dos electrodos de medición y al menos un electrodo de referencia.

5 Por lo tanto, la invención hace referencia a un procedimiento según la reivindicación 1 que utiliza un dispositivo para la medición capacitiva no invasiva del nivel de llenado.

Los campos eléctricos conformados entre los electrodos de medición y el electrodo de referencia pueden, siempre que el dispositivo esté unido a un recipiente, penetrar la pared del recipiente de forma no destructiva y puede verse influenciado de forma medible por el nivel de llenado del medio de llenado.

Breve descripción de los dibujos

10 Figura 1: muestra una representación esquemática de una forma de ejecución preferida de un dispositivo que ejecuta el procedimiento de acuerdo con la invención.

Figuras 2, 3 y 4: ilustran cómo el procedimiento conforme a la invención puede suprimir errores de medición.

15 El término "campo eléctrico" pretende indicar un campo de fuerza invisible que está conformado por cargas eléctricas mutuamente atractivas y repulsivas. La unidad de las intensidades del campo eléctrico es la tensión por metro (V/m), y la intensidad de un campo eléctrico disminuye al aumentar la distancia desde la fuente.

20 La capacitancia del condensador depende de la permitividad de la sustancia entre las placas. Por lo tanto, cuando se acerca o aleja un objeto, que presenta una permitividad diferente a la sustancia ubicada originalmente entre las placas, la capacitancia del condensador se modifica. Como resultado, cuando el recipiente se llena o se vacía, los electrodos son influenciados por el medio de llenado de tal manera que cambia la capacitancia del condensador que las mismas conforman.

El término "medio de llenado" designa la sustancia cuyo nivel de llenado debe ser determinado. El medio de relleno consiste preferentemente en un líquido, una pasta o un material a granel.

25 El término "recipiente" indica un contenedor en el cual se encuentra el medio de llenado que se va a medir. De manera preferida, el recipiente consiste en un bidón, una cubeta o una botella.

El término "electrodo de medida" indica un electrodo que, junto con el electrodo de referencia, conforma respectivamente un condensador. La superficie total de todos los electrodos de medición de un dispositivo define la zona de medición del dispositivo.

30 El término "electrodo de referencia" denota un electrodo que, junto con uno, múltiples o todos los electrodos de medición, conforma en cada caso un condensador. A su vez, el electrodo de referencia también sirve como punto de referencia para la medición continua. La extensión bidimensional del electrodo de referencia o el área total de todos los electrodos de referencia de un dispositivo define la superficie de referencia del dispositivo.

35 El dispositivo presenta al menos dos electrodos de referencia que definen la superficie de referencia. Entonces, los electrodos de referencia están dispuestos en diferentes planos horizontales, de modo que un electrodo de referencia en un plano horizontal y un electrodo de medición en el mismo plano horizontal conforman respectivamente un condensador.

El dispositivo puede presentar al menos 3, preferentemente al menos 5, de manera muy particularmente preferida al menos 10 electrodos de medición. El dispositivo puede presentar 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 o 10 electrodos de medición, aunque en principio es concebible cualquier número de electrodos de medición  $\geq 2$ .

40 Los electrodos de referencia y de medición consisten en un material eléctricamente conductor, preferentemente de un material metálico, por ejemplo, de una lámina de cobre. Los electrodos de medición pueden presentar tamaños y/o configuraciones iguales o diferentes. En principio, el diseño y las dimensiones de los electrodos de medición son irrelevantes. Por ejemplo, pueden ser ovalados, circulares, cuadrados o rectangulares. Las dimensiones se relacionan convenientemente con el tamaño del recipiente en el que se encuentra el medio de llenado, cuyo nivel de llenado debe ser determinado.

Preferentemente, los electrodos de medición están respectivamente diseñados de forma rectangular con un tamaño de 50 X 18 mm o 35 X 12 mm.

Los, al menos dos, electrodos de medición presentan preferentemente superficies de diferentes tamaños. Esto ofrece la ventaja de que el nivel de llenado se puede medir en diferentes puntos del recipiente con diferentes grados de precisión. Cuando, por ejemplo, el contenido residual de un medio de llenado en un recipiente debe determinarse con la medición de nivel capacitiva sin contacto, el tamaño de los electrodos de medición podría disminuir hacia el fondo del recipiente para garantizar una precisión cada vez mayor del resultado de medición.

La dimensión de la zona de referencia, que está conformada por uno o más electrodos de referencia, se selecciona de tal modo que su extensión vertical corresponda al menos a la extensión vertical de la zona de medición, que está definida por la disposición vertical de los electrodos de medición, o la supera.

Sorprendentemente se ha descubierto que el uso de múltiples electrodos de medición, que junto con un electrodo de referencia conformen cada uno un condensador, reduce la influencia disruptiva de los factores de interferencia externos y se pueden evitar las adulteraciones de medición mencionadas anteriormente. El dispositivo está diseñado de tal manera que mide las capacitancias de por lo menos dos condensadores y los relaciona entre sí para determinar el nivel de llenado.

Preferentemente, el dispositivo comprende además un dispositivo de evaluación. Este dispositivo relaciona los valores de medición entre sí de tal manera que las influencias externas tienen el mismo efecto en todos los electrodos, de modo que el resultado de la medición sólo se ve afectado mínimamente. Esto se realiza, por ejemplo, mediante una determinación de la relación y/o una verificación de plausibilidad. El término "dispositivo de evaluación" indica un dispositivo que mide el cambio en la capacitancia de los campos eléctricos y calcula el nivel de llenado. La medición se puede realizar en faradios. Alternativamente, el valor de medición también puede consistir en otras variables que sirven como medida para un cambio en la capacitancia.

El valor de medición obtenido mediante la medición de las, al menos dos, capacitancias y la compensación subsiguiente se representa preferentemente como un valor de medición sin unidades (por ejemplo, en porcentaje). El dispositivo de evaluación también permite la validación de los valores de medición comparándolos con los valores de calibración almacenados y comparando los valores medidos entre sí.

El dispositivo de evaluación puede estar presente como un dispositivo separado, pero también puede ser parte de un sistema de control de nivel superior.

El dispositivo de evaluación presenta preferentemente un procesador principal (CPU) y/o un controlador lógico programable (PLC).

El dispositivo está preferentemente en contacto con un sistema de control de nivel superior. Para establecer las comunicaciones con un sistema de control de nivel superior, el dispositivo presenta como componente adicional preferentemente una interfaz en serie (interfaz periférica en serie, por ejemplo, RS-232 o RS-485). Además, el dispositivo puede presentar una fuente de tensión. La presencia de estos otros componentes ofrece la ventaja de que el dispositivo se puede utilizar discrecionalmente como componente independiente.

El dispositivo es preferentemente parte de un sistema de análisis, por ejemplo, de un dispositivo de análisis automático para el examen de muestras de pacientes clínicos, en el cual otras operaciones dependen del resultado de la medición de nivel de llenado. El sistema de control de nivel superior monitorea los procesos individuales en el dispositivo de análisis y los coordina entre sí. En una forma de ejecución preferida, el dispositivo de evaluación del dispositivo es parte del sistema de control de nivel superior.

Preferentemente, el dispositivo no está dispuesto directamente sobre el recipiente, sino sobre un dispositivo de sujeción que permite colocar el dispositivo de medición de nivel de llenado a una distancia fija del recipiente. Esto permite reemplazar sin problemas el recipiente sin riesgo de dañar el dispositivo de evaluación.

El dispositivo resulta adecuado para la medición sin contacto del nivel de llenado de una amplia variedad de medios de llenado, como, por ejemplo, agua, disolventes orgánicos o materiales a granel, como polvo o sólidos granulares. En principio, sin embargo, se pueden utilizar todos los medios de llenado posibles que presenten una permitividad que difiera tan claramente de la permitividad del material que está en el recipiente antes de llenar o después de retirar el medio de llenado que el cambio de capacidad al llenar el contenedor o al vaciar el contenedor sea tan claro que el dispositivo de evaluación puede determinar el nivel de llenado.

La siguiente tabla muestra las permitividades relativas de algunas sustancias a 18° C y una frecuencia de 50 Hz.

Tabla 1: permitividades relativas de algunas sustancias a 18° C y a una frecuencia de 50 Hz.

Medio	$\epsilon_r$
Vacío	1
Aire	1,00059
Amoníaco (0°C)	1,007
Polipropileno (90 °C)	2,1
Parafina	2,2
Benceno	2,28
Polietileno (90 °C)	2,4
Madera seca	2 - 3,5
Papel	1-4
Cloruro de potasio	4, 94
Vidrio	6-8
Propanol	18,3
Etanol	24,7
Metanol	32,6
Glicerina	42,5
Agua	80,1
Hielo (-20 °C)	≈ 100

5 El dispositivo resulta adecuado para la medición sin contacto del nivel de llenado de medios de llenado en una amplia variedad de recipientes. Un recipiente puede estar realizado al menos parcialmente de un material del grupo del vidrio, plástico y madera. El recipiente puede presentar cualquier volumen entre aproximadamente 500 ml y aproximadamente 20 l.

El recipiente consiste preferentemente en una parte del dispositivo y el electrodo de referencia está conformado por una parte de la pared del recipiente. En este caso, la pared del recipiente debe al menos parcialmente conducir electricidad, al menos, en la zona que se proporciona como superficie de referencia.

10 Dependiendo de la altura del recipiente, los electrodos de medición presentan un área de diferente tamaño, o se usa un número mayor o menor de electrodos de medición para proporcionar un área de medición que cubra la altura relevante del nivel del recipiente.

Para que el nivel de llenado del medio de llenado se pueda determinar correctamente, se requieren al menos dos valores de calibración, que se determinan midiendo un recipiente vacío y uno lleno.

15 Debido a que los valores de medición de los electrodos de medición individuales no se utilizan directamente para calcular el nivel de llenado, sino que se comparan con los valores de calibración almacenados y entre sí, una influencia externa que afecte a todo el dispositivo tiene sólo un efecto muy leve en la medición del nivel de llenado, ya que la influencia externa afecta por igual a todos los electrodos.

Por ejemplo, es posible compensar un valor de medición que se altera por un entrehierro entre el recipiente y el dispositivo en el electrodo de medición afectado. Además, la robustez de la medición del nivel de llenado conforme a la invención frente a influencias externas se refuerza preferentemente por el hecho de que, cuando se utilizan más de dos electrodos de medición, se puede realizar una verificación de plausibilidad en la que los datos de esos electrodos de medición que obviamente generan un valor de medición incorrecto se ignoren durante la evaluación.

Además, la unión de los electrodos entre sí permite realizar una autocomprobación significativa del dispositivo, como resultado de lo cual se pueden minimizar en gran medida las mediciones incorrectas.

En una forma de ejecución preferida, las capacitancias de los, al menos dos, condensadores se miden de forma continua. El término "continuo" denota una medición continua que se realiza de manera analógica o digital con una alta tasa de muestreo (= "pseudo-continuo").

De acuerdo con la invención, la validación de los valores de medición incluye una medida de relación. Los valores de medición de los, al menos dos, electrodos de medición se comparan entre sí y se relacionan entre sí. Los valores brutos absolutos individuales no son decisivos para la medición, sino los valores relativos que resultan de la comparación con otros valores de medición. La así denominada como medición de la relación se muestra en la figura 4. Un dispositivo con 10 electrodos de medición está aplicado en un recipiente. El nivel de llenado del medio en el recipiente es tal que los tres electrodos de medición más bajos están cubiertos completamente, es decir, al 100%, y el cuarto electrodo de medición está cubierto desde abajo en un 70%. Así, el 37% del área de medición está cubierta, lo que da como resultado un nivel de llenado del 37% o 0,37. Cuando, por ejemplo, hay un entrehierro mayor entre los electrodos de medición y el recipiente, los electrodos de medición miden valores brutos absolutos más bajos. Un factor de corrección se determina utilizando un electrodo de medición completamente cubierto, y todos los valores medidos de los otros electrodos de medición se multiplican por dicho factor de corrección. De esta forma se elimina la influencia del entrehierro. De esta manera, cuando, por ejemplo, no se conocen las propiedades del medio de llenado a medir (mezclas líquidas desconocidas) se puede minimizar la influencia de medios de llenado con valores dieléctricos no constantes.

Los valores de calibración requeridos se determinan preferentemente midiendo un recipiente una vez cuando está vacío y una vez cuando está lleno con correspondiente el medio de llenado. Sin embargo, también es posible que, para determinar los valores de calibración, el mismo recipiente no se mida una vez cuando está lleno y una vez cuando está vacío, sino que se midan dos recipientes estructuralmente idénticos, uno de los cuales esté vacío y el otro, lleno. Ninguno de los recipientes utilizados para la calibración tiene que ser necesariamente el recipiente que contiene el medio de llenado, pero debe ser un recipiente lo suficientemente similar como para que el nivel de llenado de pueda determinar correctamente con los datos de calibración determinados.

El procedimiento conforme a la invención también comprende preferentemente una verificación de plausibilidad, en donde los valores de medición absolutos individuales de los electrodos de medición se verifican mediante una evaluación lógica. Como se muestra en la figura 4, cuando se conecta un dispositivo con 10 electrodos de medición a un recipiente, entonces, la comparación del valor de medición del cuarto electrodo de medición desde abajo con el tercer electrodo de medición desde abajo muestra que el valor de medición del cuarto electrodo es menor que el valor de medición del tercer electrodo. Cuando la comparación del quinto electrodo de medición desde abajo con el cuarto electrodo de medición desde abajo muestra que el valor de medición del quinto electrodo sería mayor que el valor de medición del cuarto electrodo resultaría inverosímil, ya que un electrodo de medición más alto no puede cubrirse más con el medio de llenado que otro electrodo de medición ubicado debajo. De este modo, el dispositivo de evaluación reconoce que uno de los dos valores de medición debe ser inverosímil y, por lo tanto, defectuoso. Mediante la comparación con los valores de medición de otros electrodos de medición y la evaluación lógica de los valores de medición, se puede reconocer y visualizar una medición incorrecta, por ejemplo, debido a una interferencia local o de corta duración (entrehierro, aproximación de un objeto).

De manera alternativa, si resulta que el valor de un solo electrodo de medición es incorrecto y que se dispone de suficientes otros valores de medición plausibles, el valor de medición incorrecto se puede ignorar durante la medición del nivel de llenado.

#### Dibujos

La figura 1 muestra una representación esquemática de una vista en planta sobre un dispositivo 100. El dispositivo comprende una interfaz en serie (Interfaz de periféricos en serie) 101, un regulador de tensión 102, 10 electrodos de medición (103 a 112), un electrodo de referencia 113 y un dispositivo de evaluación 114, aquí un CPU. Cada uno de los electrodos de medición está conectado al electrodo de referencia 113, de modo que cada electrodo de medición 103-112 junto con el electrodo de referencia 113 conforma cada uno un condensador. Como resultado, los campos eléctricos, cuyas capacidades se miden, se encuentran en cada caso entre un electrodo de medición y el electrodo de referencia 113. En el presente caso hay un total de 10 campos eléctricos, cuyas capacidades pueden cambiar dependiendo del nivel de llenado de un medio de llenado.

Además de determinar los cambios en la capacitancia, el dispositivo de evaluación 114 realiza preferentemente una verificación de plausibilidad durante la medición del nivel de llenado.

Los cambios en la capacitancia se determinan, por ejemplo, calculando inicialmente los datos de medición de los electrodos de medición individuales 103-112. Aquí podría resultar, por ejemplo, que los electrodos de medición 112 a 109 estén por debajo del nivel de llenado, mientras que los electrodos de medición 107 a 103 estén por encima del nivel de llenado. El electrodo de medición 108 está exactamente a la altura del nivel de llenado.

Durante la verificación de plausibilidad, el dispositivo de evaluación determina si uno de los electrodos de medición está dando un resultado de medición inverosímil. Esto podría suceder, por ejemplo, cuando un objeto está ubicado en el campo eléctrico del electrodo de medición 104 y causa una capacitancia que no coincide con el resultado de la medición de los electrodos de medición adyacentes 103 y 105. El resultado de la medición de los electrodos de medición adyacentes 103 y 105 deja claro que los tres electrodos de medición 103, 104 y 105 están por encima del nivel de llenado y la capacitancia de los electrodos debería ser similar. Considerando esta información, el dispositivo de evaluación puede diferenciar entre resultados de medición correctos e incorrectos y calcular correctamente el nivel de llenado.

La figura 2 muestra la influencia de una perturbación externa que provoca errores, por ejemplo, a causa de la proximidad de una persona del laboratorio, en el caso de la medición con un dispositivo del estado del arte.

En la figura 2A se muestra un dispositivo de medición que consta de un sensor 202, que consta de un único electrodo de medición, y de un electrodo de referencia, que está dispuesto en las proximidades de un recipiente 220 parcialmente lleno con un líquido 221. Debido a que el recipiente 220 fue llenado previamente con aire, el llenado del líquido 221 cambia las propiedades dieléctricas del entorno inmediato del sensor, lo que se expresa en una capacitancia modificada y, por lo tanto, por ejemplo, en un tiempo de descarga modificado. Un valor de medición se determina y se muestra en el dispositivo de evaluación 214.

La figura 2B muestra la influencia perturbadora de la proximidad de la mano 222 de una persona del laboratorio. Esto también modifica las propiedades dieléctricas del medio en una zona del recipiente 220 que no está llena de líquido, y el valor de medición en el dispositivo de evaluación 214 se altera. Esta influencia perturbadora también puede ser causada por un cortocircuito o por la contaminación en un electrodo.

La figura 3 muestra cómo el procedimiento conforme a la invención puede evitar dicho error. En la figura 3 se muestra un dispositivo de medición que consta de una pluralidad de electrodos de medición 303 y de un electrodo de referencia (aquí, no mostrado) y que está dispuesto en las proximidades de un recipiente 320 parcialmente lleno con un líquido 321. Debido a que el dispositivo presenta más de un electrodo de medición 303 y, por lo tanto, más de un campo eléctrico, los valores de medición de los electrodos de medición individuales se pueden someter a una verificación de plausibilidad. Aquí se reconoce que debido a la influencia perturbadora de la proximidad de la mano 322 de una persona del laboratorio, los valores de medición generados por los electrodos de medición superiores (círculo en la figura 3B) son incorrectos, ya que no pueden representar un valor de llenado. El dispositivo de evaluación 314 está en condiciones de reconocer esto y de ignorar los valores de medición en cuestión.

De esta manera, se incrementa la robustez del dispositivo frente a influencias externas.

La figura 4 muestra un dispositivo de medición que consta de diez electrodos de medición 403 y de un electrodo de referencia (no mostrado) y que está dispuesto en las proximidades de un recipiente 420 parcialmente lleno con un líquido 421. La figura 4A muestra el posicionamiento previsto del dispositivo con respecto al recipiente 420. El dispositivo sólo debe estar separado del recipiente 420 por un pequeño entrehierro 423. En este diseño constructivo ideal, el dispositivo de evaluación 414 mide un nivel de llenado del 37% o 0.37. La figura 4B muestra un posicionamiento del dispositivo conforme a la invención con respecto al recipiente 420, lo que da como resultado que el dispositivo se separe del recipiente por un entrehierro 423 más ancho de lo previsto. Esto conduce a una reducción general de todos los valores de medición absolutos, de modo que el electrodo de medición más bajo 407, que se encuentra por debajo del nivel de líquido instantáneo y que, por lo tanto, debería generar una desviación completa (100%), genera una señal más pequeña (por ejemplo 80%).

El segundo y tercer electrodo de medición también están cubiertos desde abajo al 100% por líquido, pero solo muestran un valor de medición del 80%. El cuarto electrodo de medición 406 está cubierto desde abajo en un 70%, pero solo muestra un valor de medición del 56%. La evaluación de los valores de medición absolutos conduciría incorrectamente a una determinación de nivel demasiado baja. Sin embargo, usando uno de los electrodos de medición que están completamente cubiertos, por ejemplo, usando el electrodo de medición 407, se puede determinar un factor de corrección, aquí del 80%. Todos los valores de medición se pueden multiplicar, entonces, con este factor de corrección. De esta manera, se elimina la influencia del entrehierro y el nivel se determina correctamente. De esta forma se pueden eliminar las influencias perturbadoras que afectan por igual a todos los electrodos de medición.



Lista de símbolos de referencia

Dispositivo 100

Interfaz serial 101

Regulador de tensión 102

5 Electrodo de medición 103 - 112, 303, 403, 406, 407

Electrodo de referencia

Dispositivo de evaluación 114, 214, 314, 414

Sensor 202

Recipiente 220, 320, 420

10 Líquido 221, 321, 421

Mano 222, 322

Entrehierro 423

## REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para la medición capacitiva no invasiva del nivel de llenado de un medio de llenado en un recipiente, el procedimiento comprende los siguientes pasos:

a) proporcionar un dispositivo (100) para la medición de nivel capacitiva no invasiva de un medio de llenado en un recipiente, en donde dicho dispositivo presenta:

I) al menos dos electrodos de medición que se extienden verticalmente (103-112) que están dispuestos horizontalmente uno sobre el otro y que definen una superficie de medición con extensión vertical; y

II) al menos un electrodo de referencia (113) que define una superficie de referencia con extensión vertical; en donde cada electrodo de medición (103-112) conforma respectivamente un condensador junto con el electrodo de referencia (113), con lo cual, en cada caso, se puede conformar un campo eléctrico; en donde la extensión vertical de la superficie de referencia se corresponde al menos con la extensión vertical de la superficie de medición, así como la disposición del dispositivo desde el exterior sobre o en las inmediaciones de una pared exterior del contenedor;

b) medir las capacitancias de los, al menos dos, condensadores; y caracterizado porque el procedimiento comprende el siguiente paso:

c) Validación de los valores de medición comparando los valores de medición con los valores de calibración almacenados y los valores medidos entre sí;

en donde las capacitancias medidas están relacionadas entre sí por una determinación de relación; en donde los valores de medición de los, al menos dos, electrodos de medición se comparan entre sí y se relacionan entre sí, y se determina un factor de corrección utilizando un electrodo de medición que está completamente cubierto con el medio de llenado, y todos valores de medición de los otros electrodos de medición se multiplican por dicho factor de corrección.

2. Procedimiento según la reivindicación 1, en donde se lleva a cabo una verificación de plausibilidad.

3. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 ó 2, en donde las capacitancias se miden continuamente.

4. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes; en donde al menos dos electrodos de referencia definen la superficie de referencia; y en donde los electrodos de referencia están dispuestos horizontalmente uno encima del otro; en donde un electrodo de medición conforma en un plano horizontal respectivamente un condensador con un electrodo de referencia sobre el mismo plano horizontal.

5. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, en donde el dispositivo presenta exactamente tantos electrodos de referencia como electrodos de medición; en donde a cada electrodo de medición está asociado exactamente un electrodo de referencia en el mismo plano horizontal.

6. procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, en donde los electrodos de medición presentan tamaños diferentes.

7. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, en donde el dispositivo presenta al menos 3 electrodos de medición, preferentemente al menos 5, de manera particularmente preferente, al menos 10.

8. procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, en donde el dispositivo comprende además un dispositivo de evaluación (114)

9. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, en donde el dispositivo está en contacto con un sistema de control de nivel superior.

10. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 3 ó 6 a 9, en donde el dispositivo comprende además un recipiente con una pared del recipiente; en donde el electrodo de referencia está conformado por una zona de la pared del recipiente.

FIG 1

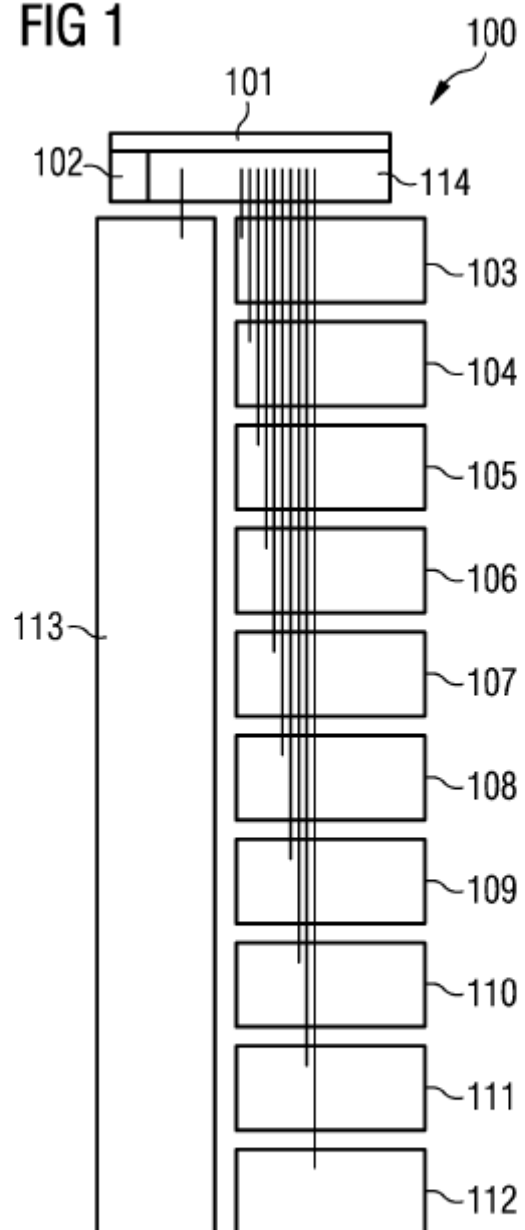


FIG 2A

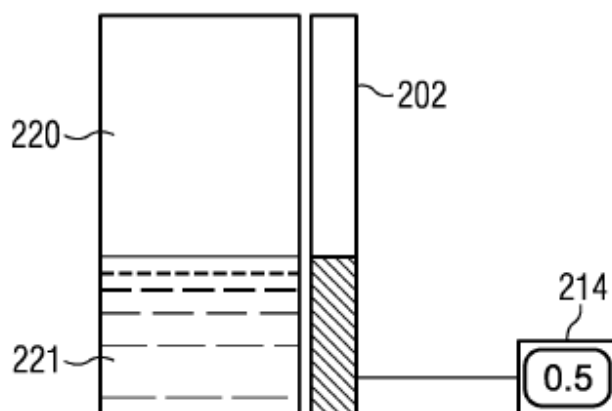


FIG 2B

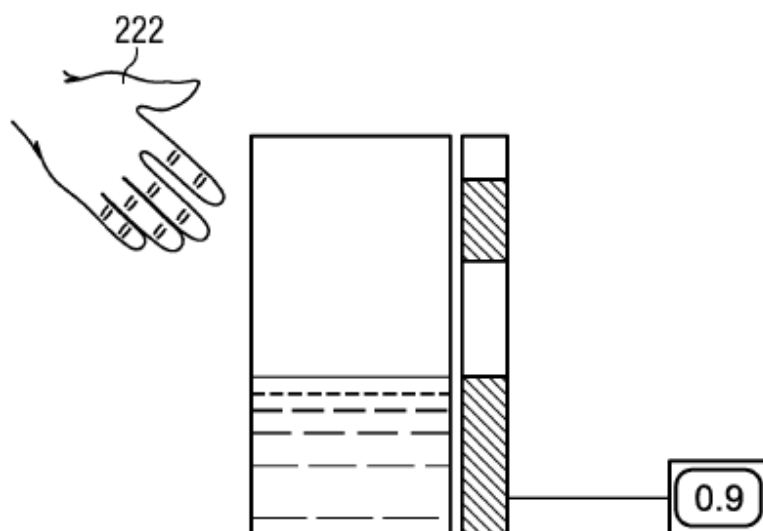


FIG 3A

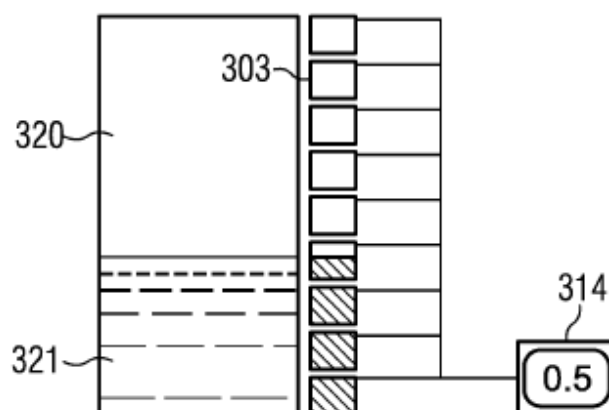


FIG 3B

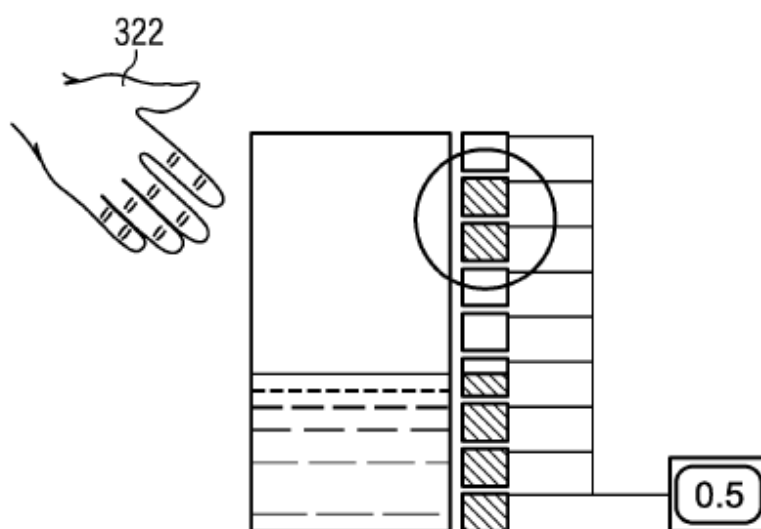


FIG 4A

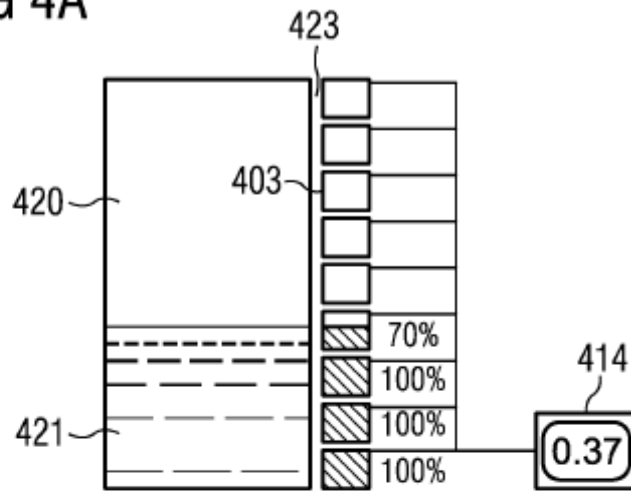


FIG 4B

