

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 953 703**

51 Int. Cl.:

G06K 19/07 (2006.01)

G01N 27/22 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.08.2018** **E 18382616 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.06.2023** **EP 3611668**

54 Título: **Sensores de humedad**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
15.11.2023

73 Titular/es:

FUNDACIO PER A LA UNIVERSITAT OBERTA DE CATALUNYA (100.0%)
Avinguda del Tibidabo 39-43
08005 Barcelona, ES

72 Inventor/es:

VILAJOSANA GUILLEN, XAVIER y
MELIÀ SEGUÍ, JOAN ANTONI

74 Agente/Representante:

CONTRERAS PÉREZ, Yahel

ES 2 953 703 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**Sensores de humedad**

5

La presente divulgación se refiere a sensores de humedad. Además, la presente divulgación se refiere a procedimientos de detección de humedad, por ejemplo, debida a fugas de líquido, y a sistemas y productos de programas informáticos adecuados para ejecutar el procedimiento.

10

TÉCNICA ANTERIOR

Es conocido el uso de sensores de humedad en entornos tales como la industria, el hogar o la oficina con el objetivo de medir cambios en las condiciones de humedad, es decir, por ejemplo, para detectar fugas de líquidos (por ejemplo, agua), que pueden implicar vulnerabilidades.

15

Dichos sensores de humedad pueden ser sensores por cable o inalámbricos. Tanto los sensores por cable como los inalámbricos tienen ventajas y desventajas.

20

En muchas situaciones, los sensores por cable se encuentran entre los sistemas más fiables, ya que enlazan directamente el sensor con el dispositivo que recibe la entrada. Esto significa que los sensores por cable también son los sistemas más duraderos que no necesitan ser reemplazados con frecuencia. Sin embargo, se debe tener en cuenta que los sistemas por cable están conectados a la alimentación, requieren una gran cantidad de espacio, no son adecuados para entornos en movimiento y son mucho más complicados de mantener. Esta carga aumenta a medida que se utilizan más sensores en función de la aplicación para la que esté diseñado el sensor. En consecuencia, en determinadas condiciones (por ejemplo, en elementos móviles), es posible que no sean recomendables los sensores por cable para detectar la humedad.

25

30

Por otro lado, los sensores inalámbricos son cada vez más comunes en el mundo de las aplicaciones basadas en sensores. Esto se debe principalmente a que son más baratos de instalar, se pueden instalar en elementos móviles y son fáciles de mantener. Se pueden conectar radios o transductores inalámbricos a sensores de humedad y obtener lecturas de humedad de forma activa. Los sensores activos requieren baterías que aumentan el mantenimiento y el coste base. Las radios pasivas, tales como la tecnología de identificación por radio frecuencia (RFID: Radio-Frequency IDentification), por ejemplo, las etiquetas RFID pasivas UHF, también se pueden conectar a sensores de humedad, pero esto limita su capacidad de respuesta, ya que se requiere más energía para alimentar el sensor y las reglamentaciones no permiten mucha más energía para su utilización durante más tiempo.

35

40

Los fundamentos de la detección de humedad a través de un sensor de humedad se basan en que es posible detectar la presencia de humedad a causa de cambios en la impedancia o voltaje de lectura del sensor de humedad, cuando está en contacto con líquido (por ejemplo, cuando se ha producido una fuga de líquido).

45

Es interesante para la industria utilizar sensores de humedad con capacidades de comunicación inalámbrica, también conocidos como sensores de humedad inalámbricos. La industria requiere sensores de bajo coste y bajo mantenimiento y, por lo tanto, la tecnología RFID, por ejemplo, la RFID pasiva UHF combinada con capacidades de detección de humedad es relevante.

50

Sin embargo, el uso de una radio RFID con un sensor de humedad es costoso y, por lo general, limita su funcionalidad, ya que la cantidad de energía que se requiere para obtener una respuesta significativa es mayor de lo que es posible a causa de las regulaciones.

55

Además, las variaciones de impedancia debidas a la presencia de humedad pueden ser percibidas a través de las variaciones de impedancia de la antena RFID.

60

En una implementación típica, los sensores de humedad inalámbricos deben ser leídos (es decir, el lector envía una señal al sensor y lee su respuesta) al menos dos veces. En un primer momento, el sensor de humedad inalámbrico debe ser calibrado, es decir, el lector necesita obtener una primera señal de respuesta procedente del sensor antes de que el sensor se esté utilizando. Algunas características de la primera señal de respuesta obtenida se pueden utilizar como características de referencia para lecturas posteriores del sensor.

65

De esta forma, para detectar humedad (por ejemplo, cuando se ha producido una fuga de líquido), el sensor de humedad puede ser leído al menos una segunda vez y las características de la segunda señal de respuesta obtenida deben ser comparadas con las características de referencia obtenidas anteriormente.

Por otro lado, debido a que las condiciones (por ejemplo, condiciones ambientales tales como temperatura,

humedad, etc.) de la primera lectura y la segunda lectura (o lecturas posteriores) pueden ser bastante diferentes, se pueden producir falsos positivos.

5 Finalmente, los datos transmitidos a través de la señal de respuesta se pueden corromper si las características de dicha señal de respuesta son demasiado alteradas.

El documento US2017/0373395 divulga un sensor de identificación por radio frecuencia (RFID: Radio-Frequency IDentification).

10 El documento US2017065464 frente al cual las reivindicaciones se encuentran delimitadas, divulga un aparato de gestión de humedad.

15 El documento US2007/0090927 describe un sensor inalámbrico, tal como una etiqueta RFID, que incluye un sustrato, una antena dispuesta sobre el sustrato, y un material sensor ambientalmente sensible dispuesto sobre al menos una parte de dicho sustrato.

El documento US20100090802 describe una disposición de sensores adecuada para determinar una condición.

20 En consecuencia, existe una necesidad de sensores de humedad que resuelvan al menos parcialmente los problemas mencionados anteriormente.

RESUMEN

25 La invención es definida por las reivindicaciones independientes.

En las reivindicaciones dependientes se definen formas de realización preferidas.

30 La provisión del elemento sensor protegido permite obtener una señal de respuesta de referencia para determinar la presencia de humedad. Dado que el elemento sensor protegido está protegido contra líquidos, normalmente su señal de respuesta no es alterada ni modificada con la presencia de líquido porque su antena siempre está seca. Obviamente, por ejemplo, condiciones externas (por ejemplo, la temperatura proporcionada por el líquido) pueden alterar su señal de respuesta, pero esta alteración será diferente de la alteración del elemento sensor no protegido cuando está húmedo y se puede determinar una variación significativa entre las señales de respuesta. Por otra parte, el material absorbente de líquido del elemento sensor no protegido facilita el contacto del líquido con la antena de forma que, en caso de presencia de líquido, algunas características (por ejemplo, la intensidad de señal y/o la fase de señal) de su señal de respuesta se puede ver alterada.

40 Más específicamente, los fundamentos de la detección de humedad se basan en el hecho de que el material absorbente de líquido del elemento sensor no protegido absorbe el líquido/humedad y lo hace llegar a la antena no protegida. Cuando la antena no protegida está mojada, su adaptación (matching) varía y esto provoca una variación en la intensidad, la fase u otras características de la señal de respuesta. De este modo, al menos una de dichas características puede ser comparada con la misma característica de la señal de respuesta de referencia del elemento sensor protegido y usarse para determinar si el sensor de humedad ha estado expuesto a un líquido, es decir, se puede determinar que, por ejemplo, se ha producido una fuga de líquido si la diferencia entre dichas características es significativa (se ha detectado humedad). En consecuencia, es posible detectar la presencia de humedad con una sola lectura del sensor de humedad porque se obtienen, al mismo tiempo o aproximadamente al mismo tiempo, la señal de respuesta procedente del elemento sensor no protegido y la señal de respuesta procedente del elemento sensor protegido.

55 Según algunos ejemplos, el elemento sensor no protegido y el elemento sensor protegido pueden estar dispuestos uno al lado del otro. De esta forma, las condiciones (por ejemplo, condiciones ambientales tales como temperatura, humedad, presión atmosférica, etc.) durante las lecturas son las mismas para ambos elementos sensores por lo que se puede reducir o eliminar el número de falsos positivos.

60 En algunos ejemplos, el elemento hecho de un material absorbente de líquido puede comprender al menos una cola de material absorbente de líquido. En consecuencia, se puede ampliar el alcance del elemento sensor no protegido. Además, dicha cola puede estar acoplada o puede ser acoplable al elemento hecho de un material absorbente de líquido del elemento sensor no protegido.

65 El elemento hecho de un material absorbente de líquido puede ser el sustrato del elemento sensor no protegido, de modo que la antena se puede proporcionar sobre y en contacto con el elemento hecho de un material absorbente de líquido. De la misma manera, el elemento hecho de un material no conductor a prueba de líquidos puede ser el sustrato del elemento sensor protegido.

Básicamente, un sensor de humedad puede ser un sensor por cable o inalámbrico. Además, un sensor de humedad inalámbrico puede ser un sensor pasivo o activo. En algunos ejemplos, al menos uno de entre el elemento sensor no protegido y el elemento sensor protegido pueden comprender una etiqueta RFID. En este caso, la antena del elemento sensor es la antena de la etiqueta RFID. Por ejemplo, la etiqueta RFID puede ser una etiqueta RFID pasiva, tal como una etiqueta RFID pasiva UHF. El uso de etiquetas RFID reduce el coste del dispositivo de detección. Además, un sensor de humedad basado en estándares (por ejemplo, RFID) permite una mejor integración en la industria (por ejemplo, independencia del proveedor).

Por otro lado, la configuración del elemento sensor no protegido y del elemento sensor protegido pueden ser iguales para asegurar que la comparación de las características de sus correspondientes señales de respuesta sea efectiva.

La diferencia significativa para determinar la humedad se puede basar en un umbral (que puede ser diferente en diferentes condiciones) o se puede basar en un valor de variación (por ejemplo, se puede establecer una variación de al menos el 20% con respecto de la desviación estándar para determinar la humedad).

De esta forma, el sensor de humedad que se ha descrito anteriormente se puede usar en un procedimiento de detección de humedad, por ejemplo, causada por una fuga de líquido.

En consecuencia, si la característica recibida procedente de un elemento sensor es, por ejemplo, la intensidad de la señal de respuesta, dicha característica se debe comparar con la intensidad de la señal de respuesta (es decir, la misma característica que la obtenida del elemento sensor anterior) del otro elemento sensor del sensor de humedad. Si las características recibidas de un elemento sensor son, por ejemplo, la intensidad y la fase de la señal de respuesta, la intensidad se debe comparar con la intensidad de la señal de respuesta procedente del otro elemento sensor y la fase se debe comparar con la fase de la señal de respuesta procedente del otro elemento sensor del sensor de humedad. Además, la fase y/o la intensidad de la señal de respuesta se pueden obtener en diferentes canales de frecuencia (por ejemplo, para evitar interferencias o tener información redundante). Entonces, también es posible utilizar la fase y/o la intensidad de la señal de respuesta procedente de un elemento sensor en un canal particular o en cada canal por separado o, por ejemplo, es posible utilizar la media aritmética (o cualquier otro concepto estadístico) de la fase y/o intensidad según su valor en varios canales, para determinar la detección de humedad. El uso de más de una característica (o diferentes valores de la misma característica) puede mejorar la detección de humedad.

En algunos ejemplos, la al menos una característica de la señal de respuesta puede comprender la intensidad de la señal y/o la fase de la señal. Dichas características pueden ser obtenidas por el módulo de lectura y enviadas al módulo de control para su procesamiento. Dicha señal de respuesta se puede referir a la señal de respuesta procedente del elemento sensor no protegido y/o a la señal de respuesta procedente del elemento sensor protegido.

De acuerdo con algunos ejemplos, el procedimiento puede comprender recibir datos que identifican de manera única el sensor de humedad, procedentes del módulo de lectura. Estos datos pueden ser obtenidos por el módulo de lectura a partir de la señal de respuesta y enviados al módulo de control junto con la al menos una característica también obtenida a partir de la señal de respuesta. En el caso de que los datos transmitidos por la señal de respuesta procedente del elemento sensor no protegido estén demasiado alterados (por ejemplo, porque la modulación de la señal de respuesta no es lo suficientemente robusta), el sensor de humedad puede ser identificado por medio de datos que identifican de manera única el sensor de humedad obtenidos a partir de la señal de respuesta procedente del elemento sensor protegido porque siempre está seco. Los datos que identifican de forma única el sensor de humedad asociados a cada elemento sensor se pueden almacenar en un repositorio (por ejemplo, una base de datos) de modo que el sensor de humedad se puede identificar a partir de los datos de cualquiera de sus elementos sensores.

En algunos ejemplos, el procedimiento puede comprender además obtener la ubicación del sensor de humedad en base a, por ejemplo, datos que identifican de forma única el sensor de humedad y/o la intensidad de la señal de respuesta. La posición o ubicación de un elemento sensor (por ejemplo, una etiqueta RFID) se puede determinar por medio de la intensidad de la señal de respuesta recibida. Existen modelos de propagación que relacionan la intensidad de la señal recibida con la distancia del elemento sensor. Si esta situación se combina con lecturas desde diferentes posiciones (por ejemplo, un arco de lectores) combinadas con datos que identifican de forma única el elemento sensor, es posible determinar con redundancia la distancia entre diferentes lectores y el elemento sensor.

Adicionalmente, el procedimiento puede comprender además, si se ha detectado humedad, generar un aviso relacionado con la humedad detectada, a través de un módulo de aviso. El aviso generado puede comprender la ubicación del sensor de humedad que ha detectado la humedad.

De esta forma, dicho sistema se puede utilizar, por ejemplo, para detectar de forma automática fugas de

agua en el interior de vehículos en la línea de montaje, y escenarios similares. Debido a la utilización de los sensores de humedad que se han descrito anteriormente, la detección es realizada por sensores sin batería y de bajo coste (< 10 céntimos de euro) que son preinstalados en el interior del vehículo durante el proceso de fabricación. Esos sensores, después de una prueba de agua, son consultados por lectores (por ejemplo, lectores RFID) con el fin de determinar si se ha producido alguna fuga de agua. El sistema detecta niveles de humedad que corresponden a una fuga y de forma automática puede localizar su posición sin intervención humana. El sistema avisa al operador sobre una humedad detectada y su ubicación sin la necesidad de acceder al interior del vehículo. Los sensores de humedad pueden ser colocados en el interior del vehículo que se está fabricando.

El módulo de lectura puede ser fácilmente integrable en la cadena de producción de vehículos o en cualquier otra aplicación o escenario. En algunos ejemplos, el módulo de lectura puede comprender un conjunto estático de antenas (por ejemplo, un arco de antenas) y/o un lector portátil.

El sistema puede comprender además un módulo de aviso que está configurado para generar un aviso cuando se ha determinado una detección de humedad. Dicho módulo de aviso puede comprender al menos uno de los siguientes submódulos:

- un submódulo que comprende al menos un elemento de aviso para generar un aviso sonoro (por ejemplo, un altavoz, un zumbador, etc.);

- un submódulo que comprende al menos un elemento de aviso para generar un aviso visual (por ejemplo, una pantalla de visualización (LCD, OLED, QLED, etc.), una pluralidad de diodos emisores de luz (LED), etc.);

- un submódulo que comprende al menos un elemento de aviso para generar un aviso háptico (por ejemplo, un motor vibrador).

En el sistema, el módulo de aviso puede estar incluido en el módulo de control que se ha descrito anteriormente y/o se puede proporcionar fuera del módulo de control.

En algunos ejemplos, la señal de respuesta procedente del elemento sensor no protegido y la señal de respuesta procedente del elemento sensor protegido pueden ser recibidas por el módulo de lectura al mismo tiempo o aproximadamente al mismo tiempo. De esta forma, la obtención de la señal de respuesta procedente de cada elemento sensor se realiza en las mismas condiciones.

Objetos, ventajas y características adicionales de formas de realización de la invención resultarán evidentes para los expertos en la técnica a partir del examen de la descripción, o se podrán aprender mediante la puesta en práctica de la invención.

DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

A continuación se describirán formas de realización particulares de la presente invención a modo de ejemplos no limitativos, con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

La Figura 1 ilustra un diagrama esquemático de un sensor de humedad según algunos ejemplos;

La Figura 2 ilustra un diagrama gráfico del comportamiento de un sensor de humedad cuando se ha detectado humedad;

La Figura 3 ilustra un diagrama de bloques de un sistema para detectar humedad, por ejemplo, cuando se ha producido una fuga de líquido, según algunos ejemplos;

La Figura 4 ilustra un diagrama esquemático de un sistema para detectar humedad aplicado a un proceso de montaje de vehículos con el objetivo de detectar fugas de agua en el interior del vehículo.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

Como se puede ver en la Figura 1, un sensor de humedad 10 puede comprender:

- al menos un elemento sensor no protegido 11 que comprende al menos una antena 12 y un elemento 13 hecho de un material absorbente de líquido, estando configurado dicho material para hacer llegar líquido a la antena 12 cuando el líquido está en contacto con el material;

- al menos un elemento sensor protegido 14 que comprende al menos una antena 15 y un elemento 16 hecho de un material no conductor a prueba de líquidos.

Según una posible configuración del sensor de humedad 10, el elemento sensor no protegido 11 y el elemento sensor protegido 14 pueden estar dispuestos uno al lado del otro según se muestra en la Figura 1. De esta manera, las condiciones (por ejemplo, condiciones ambientales tales como temperatura, humedad, etc.) durante las lecturas son las mismas para ambos elementos sensores 11, 14 por lo que se puede reducir o eliminar el número de falsos positivos en la detección de humedad.

El elemento 13 hecho de un material absorbente de líquido puede comprender al menos una cola de material absorbente de líquido con el objetivo de extender el alcance del elemento sensor no protegido 11.

Además, dicha cola puede estar acoplada o puede ser acoplable al elemento 13 hecho de un material absorbente de líquido del elemento sensor no protegido 11, es decir, la cola puede ser colocada ad-hoc por el fabricante del sensor de humedad o puede ser colocada por el usuario o el instalador del sensor de humedad 10.

5

En el caso de que el sensor de humedad 10 comprenda más de un elemento sensor no protegido 11 y/o más de un elemento sensor protegido 14, la señal de respuesta procedente de uno cualquiera o de todos los elementos sensores se puede usar para determinar una detección de humedad.

10

Por otro lado, la configuración del elemento sensor no protegido 11 y del elemento sensor protegido 14 pueden ser iguales para asegurar que la comparación de características de sus correspondientes señales de respuesta sea efectiva, según se describirá más adelante.

15

El elemento 13 hecho de un material absorbente de líquido puede ser el sustrato del elemento sensor no protegido 11, mientras que el elemento 16 hecho de un material no conductor a prueba de líquidos puede ser el sustrato del elemento sensor protegido 14.

20

El material absorbente de líquido puede ser cualquier material hidrófilo tal como papel (por ejemplo, papel tornasol, papel secante, papel sin cola), textiles absorbentes (por ejemplo, algodón, lino, etc.) o materiales sintéticos (por ejemplo, microfibras de poliamida).

25

El material no conductor a prueba de líquidos puede ser cualquier material a prueba de líquidos tales como derivados de polietileno, PVC, etc. De esta manera, la antena es protegida con un material no conductor a prueba de líquidos.

30

Los fundamentos de la detección de humedad se basan en el hecho de que el material absorbente de líquido absorbe el líquido/humedad y hace que llegue a la antena no protegida 12 del elemento sensor no protegido 11. Cuando la antena no protegida 12 está húmeda, su adaptación (matching) varía y esto provoca una variación en la intensidad, la fase u otras características de su señal de respuesta. Por lo tanto, se puede comparar al menos una característica (por ejemplo, intensidad, fase, etc.) de la señal de respuesta proporcionada por el elemento sensor no protegido 11 con la misma característica de la señal de respuesta proporcionada por el elemento sensor protegido 14 y puede usarse para determinar si el elemento sensor no protegido 11 ha estado expuesto a un líquido (detección de humedad) cuando la diferencia entre dichas características es significativa.

35

Un ejemplo de cómo determinar la detección de humedad con el sensor de humedad que se ha descrito anteriormente se puede ver en la Figura 2.

40

Dicha figura ilustra un primer gráfico 20 en el que es posible analizar la intensidad (Indicador de Intensidad de Señal Recibida; RSSI - Received Signal Strength Indicator) de las señales de respuesta a lo largo el tiempo (minutos) proporcionadas por el elemento sensor no protegido 11 y el elemento sensor protegido 14. Hasta el minuto 31 o 32, el comportamiento 21 (a nivel del indicador RSSI) de las señales de respuesta del elemento sensor no protegido 11 y del elemento sensor protegido 14 es más o menos el mismo. A partir de ese minuto, el comportamiento 22 de la señal de respuesta procedente del elemento sensor no protegido 11 varía y su indicador RSSI disminuye considerablemente (también podría haber aumentado) a medida que se moja el elemento sensor no protegido 11. Mientras tanto, el comportamiento 23 de la señal de respuesta procedente del elemento sensor protegido 14 permanece más o menos inamovible. De esta forma, a partir de ese minuto, si se compara la intensidad de la señal de respuesta que se ha obtenido del elemento sensor no protegido 11 con la intensidad de la señal de respuesta que se ha obtenido del elemento sensor protegido 14, la diferencia es significativa y se puede determinar que se ha detectado humedad.

50

55

Por otro lado, la Figura 2 ilustra un segundo gráfico 24 en el que es posible analizar la fase de las señales de respuesta en diferentes canales de frecuencia (por ejemplo, en la Figura 2, 865,54Mhz, 866,061Mhz, 866,829 MHz y 867,341 MHz) a lo largo del tiempo (minutos) obtenidas del elemento sensor no protegido 11 y del elemento sensor protegido 14. De nuevo, hasta el minuto 31 o 32, el comportamiento 25 (a nivel de fase) de las señales de respuesta del elemento sensor no protegido 11 y del elemento sensor protegido 14 es más o menos el mismo, en cualquier canal de frecuencia. A partir de ese minuto, el comportamiento 26 del elemento sensor no protegido 11 varía (en todos los canales de frecuencia) y su fase varía considerablemente a medida que se moja el elemento sensor no protegido 11. Mientras tanto, el comportamiento 27 del elemento sensor protegido 14 permanece más o menos inamovible, en cualquier canal de frecuencia. De esta forma, si se compara la fase de la señal de respuesta que se ha obtenido del elemento sensor no protegido 11 con la fase de la señal de respuesta (por ejemplo, en cualquier canal de frecuencia) que se ha obtenido del elemento sensor protegido 14, la diferencia es significativa y se puede determinar que se ha detectado humedad.

65

Según algunos ejemplos, el elemento sensor no protegido 11 y/o el elemento sensor protegido 14 pueden comprender una etiqueta RFID estándar, tal como una etiqueta RFID pasiva UHF. En este caso, la antena

del elemento sensor no protegido 11 y/o del elemento sensor protegido 14 es la antena de la etiqueta RFID. Una etiqueta RFID puede comprender al menos tres partes: un circuito integrado que almacena y procesa información y que modula y demodula señales de radio frecuencia (RF); medios para capturar energía de corriente continua de la señal de lector incidente; y una antena para recibir y transmitir la señal.

La tecnología RFID utiliza campos electromagnéticos para identificar de forma automática las etiquetas, que pueden contener información almacenada electrónicamente. En el caso de etiquetas pasivas, capturan energía de unas ondas de radio de interrogación procedentes de un lector RFID cercano, mientras que las etiquetas activas tienen una fuente de energía local (por ejemplo, una batería) y pueden operar a cientos de metros del lector RFID. Una etiqueta activa tiene una batería integrada y transmite periódicamente, por ejemplo, su señal de identificación (es decir, datos que identifican de forma única la etiqueta).

Según algunos ejemplos, el sensor de humedad 10 descrito puede estar comprendido en un sistema 30 para detectar humedad, por ejemplo, causada por una fuga de líquido. El sistema puede comprender al menos un sensor de humedad 10 según se ha descrito anteriormente, un módulo de lectura 31 configurado para recibir al menos una señal de respuesta procedente del elemento sensor no protegido 11 y al menos una señal de respuesta procedente del elemento sensor protegido 14 comprendidos en el sensor de humedad 10 y para obtener al menos una característica de la señal de respuesta recibida procedente del elemento sensor no protegido 11 y la misma característica de la señal de respuesta recibida procedente del elemento sensor protegido 14, y un módulo de control 32.

Un módulo de lectura 31 puede comprender, por ejemplo, un conjunto estático de antenas (por ejemplo, un arco de antenas) o al menos un lector portátil.

En algunos ejemplos, el módulo de lectura 31 puede requerir la disposición de una o más antenas capaces de recuperar información procedente del sensor de humedad 10. La posición de las antenas debe permitir la lectura de todos los sensores de humedad. A continuación, de acuerdo con las lecturas, el módulo de lectura 31, a partir de la señal de respuesta recibida procedente de cada sensor de humedad, obtiene determinadas características (por ejemplo, intensidad de la señal, fase de la señal, etc.) y genera unas muestras procedentes de cada sensor de humedad 10 que consisten en una estructura de datos tal como la siguiente:

Sensor de humedad		
	Etiqueta 1	Etiqueta 2
Marca de tiempo	Instante ₁	Instante ₂
Código de producto electrónico	EPC ₁	EPC ₂
Indicador de intensidad de la señal recibida (RSSI)	RSSI ₁	RSSI ₂
Fase de radio frecuencia (FASE)	FASE ₁	FASE ₂
Otros datos de alto o bajo nivel	X ₁	X ₂

Por ejemplo, la primera muestra procedente del sensor de humedad 10 puede incluir la siguiente información:

$$A^1 := \{\text{Instante}_1^1, \text{EPC}_1^1, \text{RSSI}_1^1, \text{FASE}_1^1, X_1^1, \text{Instante}_2^1, \text{EPC}_2^1, \text{RSSI}_2^1, \text{FASE}_2^1, X_2^1\}$$

en el que la etiqueta 1 puede ser el elemento sensor no protegido 11 y la etiqueta 2 puede ser el elemento sensor protegido 14.

Dichas muestras pueden ser enviadas al módulo de control 32 para su procesamiento, es decir, para determinar si el sensor de humedad 10 detecta humedad.

Se requiere que el módulo de lectura 31 obtenga el número necesario de muestras de datos para permitir el correcto funcionamiento del módulo de control 32.

En consecuencia, el módulo de lectura 31 puede interrogar (por ejemplo, al mismo tiempo o aproximadamente al mismo tiempo para que la señal de respuesta procedente de cada elemento sensor 11, 14 sea obtenida en las mismas condiciones) el elemento sensor no protegido 11 y el elemento sensor protegido 14 y recibir una señal de respuesta procedente de cada elemento sensor. A continuación, el módulo de lectura 31 puede obtener al menos una característica (por ejemplo, intensidad de la señal, fase de la señal, etc.) de cada señal de respuesta y también puede obtener datos (por ejemplo, datos que identifican de forma única cada elemento sensor) y los puede enviar al módulo de control 32 para su procesamiento.

Alternativamente, en lugar de usar un conjunto estático de antenas para obtener la información procedente de los sensores de humedad, también se podría usar un lector portátil.

Los beneficios de este enfoque son una mayor flexibilidad para leer cada sensor de humedad y evitar la necesidad de la infraestructura de antenas y, por lo tanto, poder realizar la operación de lectura en diferentes lugares.

Los inconvenientes de este enfoque son la variabilidad inherente de las acciones humanas. Por ejemplo, sensores faltantes, lectura de los sensores de humedad a diferentes distancias o usar diferentes tiempos, y por lo tanto, obtener resultados diferentes. Además, aunque mejoraría la automatización en comparación con el enfoque manual actual, la intervención humana seguiría siendo necesaria.

En el caso de que los elementos sensores 11, 14 del sensor de humedad 10 comprendan etiquetas RFID, la información procedente del sensor de humedad puede ser recuperada de forma inalámbrica por medio de lectores RFID estándar (es decir, el módulo de lectura 31), usando operaciones estándar. Un lector RFID 31 puede estar compuesto por:

- Una o más antenas: cada antena se utiliza para enviar energía a las etiquetas mediante ondas de radio frecuencia, enviar solicitudes a las etiquetas y recibir señales de respuesta procedentes de las etiquetas;
- Módulo de radio frecuencia: cada antena está conectada a un módulo de radio frecuencia encargado de transformar la información en o a partir de ondas de radio frecuencia;
- Electrónica: encargada de transmitir información entre el módulo de radio frecuencia y el sistema de información;
- Sistema de información: almacena las operaciones y comandos necesarios para operar todo el sistema lector.

Se pueden usar otras tecnologías inalámbricas alternativas a la tecnología RFID para obtener señales de respuesta procedentes de los elementos sensores 11, 14 del sensor de humedad 10, tales como tecnologías de comunicación de corto alcance, por ejemplo, Bluetooth (por ejemplo, BLE - Bluetooth Low Energy), NFC, Zigbee o tecnología WiFi.

En caso de utilizar cualquier otra tecnología inalámbrica (por ejemplo, cualquiera de las que se han descrito anteriormente), la configuración del módulo de lectura 31 puede ser la misma pero adaptada a dicha correspondiente tecnología.

La información de la etiqueta RFID se almacena en una memoria no volátil. Un lector RFID transmite una señal de radio codificada para interrogar la etiqueta. La etiqueta RFID recibe la señal de radio (es decir, la señal de respuesta) y puede responder con su identificación y otra información. Esto puede ser solo un número de serie de etiqueta único y, dado que cada etiqueta tiene números de serie individuales, el sistema puede discriminar entre varias etiquetas que pueden estar dentro del alcance del lector RFID y las puede leer simultáneamente.

En el caso del presente sensor de humedad 10, el lector RFID 31 transmite una señal de radio codificada para interrogar cada etiqueta del sensor de humedad 10 y recibe una señal de respuesta procedente de cada etiqueta RFID, es decir, de cada elemento sensor 11, 14. A continuación, el lector RFID 31 obtiene al menos una característica y datos de cada señal de respuesta y los envía al módulo de control 32.

El módulo de control 32 puede comprender o puede estar implementado por medios electrónicos, medios informáticos o una combinación de los mismos, es decir, dichos medios electrónicos o informáticos se pueden utilizar indistintamente de manera que una parte de los medios descritos pueden ser medios electrónicos y la otra parte pueden ser medios informáticos, o todos los medios descritos pueden ser medios electrónicos o todos los medios descritos pueden ser medios informáticos.

Ejemplos de un módulo de control 32 que comprende solo medios electrónicos (es decir, una configuración puramente electrónica) pueden ser un dispositivo electrónico programable tal como un Dispositivo lógico programable complejo (CPLD: Complex Programmable Logic Device), una Matriz de puertas programables en campo (FPGA: Field Programmable Gate Array) o un Circuito Integrado Específico de Aplicación (ASIC: Application-Specific Integrated Circuit).

Ejemplos de un módulo de control 32 que comprende únicamente medios informáticos pueden ser un sistema informático (por ejemplo, un ordenador portátil, un servidor, un ordenador de sobremesa, un ordenador integrado o industrial, etc.), que puede comprender una memoria y un procesador, estando adaptada la memoria para almacenar un conjunto de instrucciones de programas informático, y estando adaptado el procesador para ejecutar estas instrucciones almacenadas en la memoria con el fin de generar los diversos eventos y acciones para los que se ha programado el módulo de control.

El programa informático puede comprender instrucciones de programa para hacer que el módulo de control 32 realice un procedimiento de detección de humedad (por ejemplo, causada por una fuga de líquido) que se describirá más adelante. El programa informático puede estar incorporado en un medio de almacenamiento tal como una ROM, por ejemplo, un CD ROM o una ROM de semiconductores, un medio

de grabación magnética, por ejemplo, un disco duro, un disco de estado sólido (SSD), una unidad flash USB (por ejemplo, un pen drive); o una tarjeta de memoria no volátil tal como una tarjeta SD, mini SD o micro SD. Además, el programa informático puede ser transmitido a través de una portadora transmisible tal como una señal eléctrica u óptica, que puede ser transmitida a través de un cable eléctrico u óptico o por radio u otros medios.

Cuando el programa informático está incorporado en una señal que puede ser transportada directamente por un cable u otro dispositivo o medio, la portadora podrá estar constituida por dicho cable u otro dispositivo o medio.

Alternativamente, la portadora puede ser un circuito integrado en el que el programa informático está embebido, estando adaptado el circuito integrado para realizar, o para usarlo en la realización de, los procedimientos relevantes.

El programa informático puede estar en forma de código fuente, código objeto, código fuente intermedio y código objeto tal como en forma parcialmente compilada, o en cualquier otra forma adecuada para su uso en la implementación del procedimiento. La portadora puede ser cualquier entidad o dispositivo capaz de transportar el programa informático.

Además, el módulo de control 32 también puede tener una configuración híbrida entre medios informáticos y electrónicos. En este caso, el módulo de control puede comprender una memoria y un procesador para implementar informáticamente parte de sus funcionalidades y ciertos circuitos electrónicos para implementar las funcionalidades restantes.

En cualquier caso, el módulo de control 32 puede estar configurado para ejecutar un procedimiento de detección de humedad (por ejemplo, causada por una fuga de líquido). El módulo de control puede estar comprendido en un sistema para detectar humedad. El sistema puede comprender al menos un sensor de humedad según se ha descrito anteriormente, un módulo de lectura 31 configurado para recibir al menos una señal de respuesta procedente del elemento sensor no protegido 11 y al menos una señal de respuesta procedente del elemento sensor protegido 14 comprendidos en el sensor de humedad 10 y obtener al menos una característica de la señal de respuesta recibida procedente del elemento sensor no protegido y la misma característica de la señal de respuesta recibida procedente del elemento sensor protegido, y el módulo de control. El procedimiento puede comprender, para cada sensor de humedad 10:

- recibir por parte del módulo de control 32 la característica de la señal de respuesta del elemento sensor no protegido 11, procedente del módulo de lectura 31;
- recibir por parte del módulo de control la misma característica de la señal de respuesta del elemento sensor protegido 14, procedente del módulo de lectura;
- comparar por parte del módulo de control la característica recibida de la señal de respuesta del elemento sensor no protegido con la misma característica recibida de la señal de respuesta del elemento sensor protegido;
- determinar por parte del módulo de control la detección de humedad si la diferencia entre la característica de la señal de respuesta del elemento sensor no protegido y la característica de la señal de respuesta del elemento sensor protegido es significativa.

La diferencia significativa para determinar humedad se puede basar en un umbral (puede ser diferente en diferentes condiciones) o se puede basar en un valor de variación (por ejemplo, se puede establecer una variación de al menos el 20% con respecto de la desviación estándar para determinar humedad).

Las características pueden ser, por ejemplo, la intensidad o la fase de la señal de respuesta.

Además, el módulo de lectura 31 puede obtener datos a partir de la señal de respuesta procedente del elemento sensor no protegido 11 y/o de la señal de respuesta procedente del elemento sensor protegido 14. Dichos datos pueden comprender datos que identifican de forma única el sensor de humedad 10. En el caso de que la señal de respuesta procedente del elemento sensor no protegido 11 esté demasiado alterada (por ejemplo, a causa de que la modulación de la señal de respuesta no es lo suficientemente robusta), el sensor de humedad 10 puede ser identificado por medio de datos que identifican de manera única el sensor de humedad obtenidos a partir de la respuesta señal procedente del elemento sensor protegido 14. Los datos que identifican de forma única el sensor de humedad asociados a cada elemento sensor pueden ser almacenados en un repositorio (por ejemplo, una base de datos) de modo que el sensor de humedad 10 puede ser identificado a partir de los datos de cualquiera de los elementos sensores 11, 14. A continuación, el módulo de lectura 32 puede enviar dichos datos junto con las características obtenidas al módulo de control 32 para que las características puedan ser asociadas a datos y el módulo de control pueda saber a qué sensor de humedad 10 corresponden las características recibidas. Dichos datos y características se pueden almacenar en un repositorio (por ejemplo, una base de datos).

En algunos ejemplos, el procedimiento puede comprender además obtener la ubicación del sensor de humedad 10 en función de datos que identifican de forma única el sensor de humedad 10 y la intensidad

de la señal de respuesta procedente del elemento sensor no protegido 11 y/o de la señal de respuesta procedente del elemento sensor protegido 14. La posición o ubicación de un elemento sensor (por ejemplo, una etiqueta RFID) se puede determinar por medio de la intensidad de la señal de respuesta recibida. Existen modelos de propagación que relacionan la intensidad de la señal recibida con la distancia del elemento sensor. Si esta situación se combina con lecturas desde diferentes posiciones (por ejemplo, en un arco de lectores) combinadas con datos que identifican de forma única el elemento sensor, es posible determinar con redundancia la distancia entre diferentes lectores y el elemento sensor.

Además, el procedimiento puede comprender generar un aviso relacionado con la humedad detectada (o una fuga de líquido) a través de un módulo de aviso (que no se muestra). De esta forma, el módulo de lectura 31, el módulo de control 32 o ambos pueden comprender un módulo de aviso configurado para generar un aviso cuando se determina que se ha detectado humedad (por ejemplo, porque se ha producido una fuga de líquido). Dicho módulo de aviso puede comprender al menos uno de los siguientes submódulos:

- un submódulo que comprende al menos un elemento de aviso para generar un aviso sonoro (por ejemplo, un altavoz, un zumbador, etc.);
- un submódulo que comprende al menos un elemento de aviso para generar un aviso visual (por ejemplo, una pantalla de visualización (LCD, OLED, QLED, etc.), una pluralidad de diodos emisores de luz (LED), etc.);
- un submódulo que comprende al menos un elemento de aviso para generar un aviso háptico (por ejemplo, un motor vibrador).

Adicional o alternativamente, el módulo de aviso puede comprender un submódulo telefónico (que no se muestra). Dicho submódulo telefónico puede estar configurado para generar avisos externos, que pueden comprender realizar una llamada telefónica a al menos un número de teléfono establecido (por ejemplo, el número de teléfono de cualquier persona relacionada con el sistema). Además o alternativamente, si el módulo telefónico comprende datos móviles (por ejemplo, datos de Internet móvil), el módulo telefónico puede generar avisos externos tales como mensajes electrónicos (por ejemplo, un SMS, un correo electrónico, un mensaje de Whatsapp o Telegram, etc.), por ejemplo, a cualquier persona relacionada con el sistema para que sepa que se ha detectado humedad.

El aviso generado puede comprender datos, por ejemplo, relativos a la ubicación del sensor de humedad 10 de modo que sea posible detectar la humedad y también conocer la ubicación del sensor de humedad donde se ha detectado la humedad.

La comunicación entre el módulo de lectura 31 y el módulo de control 32 puede ser por cable (por ejemplo, a través de tecnología Ethernet) o se puede establecer a través de tecnologías de comunicación de corto alcance, por ejemplo, Bluetooth (por ejemplo, BLE - Bluetooth Low Energy), NFC, tecnología Zigbee o WiFi o a través de una red de comunicación basada en Internet de las Cosas (IoT), tal como Sigfox, LoRA o NB-IoT.

Si el módulo de control 32 y el módulo de lectura 31 están lejos entre sí, pueden estar conectados a través de tecnologías de comunicación inalámbrica de largo alcance tales como GSM, GPRS, 3G, 4G, 5G o tecnología satelital o tecnologías alámbricas (por ejemplo, a través de fibra óptica, ADSL, etc.).

En consecuencia, tanto el módulo de control 32 como el módulo de lectura 31 pueden comprender un módulo de comunicación (que no se muestra) que está adaptado o es compatible con la tecnología de comunicación seleccionada.

A continuación, se divulgará un ejemplo de uso de un sistema para detectar humedad de acuerdo a la Figura 4. Este ejemplo se basa en una línea de montaje de vehículos, por ejemplo, automóviles, con el objetivo de detectar de forma automática y no asistida una fuga de agua en el interior de los vehículos en la línea de montaje, y escenarios similares. Debido a que se utilizan los sensores de humedad 10 que se han descrito anteriormente, la detección se realiza mediante sensores sin batería y de bajo coste (< 10 céntimos de euro) que son preinstalados en el interior del vehículo durante el proceso de fabricación. Esos sensores de humedad, después de una prueba de agua, son interrogados por lectores (por ejemplo, lectores RFID si los elementos sensores del sensor de humedad comprenden etiquetas RFID) con el fin de determinar si se ha producido alguna fuga de agua. El sistema detecta niveles de humedad que corresponden a una fuga y de forma automática puede localizar su posición sin intervención humana. El sistema avisa al operador sobre una humedad detectada y su ubicación sin la necesidad de acceder al interior del vehículo. Los sensores de humedad pueden ser colocados en el interior del vehículo durante la fabricación.

Los sensores de humedad usados no necesitan ser retirados por los operadores al final de las tareas de montaje o prueba.

En algunos ejemplos, durante el proceso de montaje de un vehículo, se realizan posteriormente pruebas de estanqueidad con el fin de determinar si existen agujeros, piezas mal ensambladas o arañazos que puedan provocar filtraciones de agua en el interior del vehículo. La solución de hoy en día se basa en un

dispositivo portátil que lleva el operador y que mide puntos estratégicos dentro del vehículo. Este enfoque tiene diferentes inconvenientes que incluyen un proceso de entrenamiento para los operadores, un proceso de medición lento ya que el operador necesita medir diferentes puntos dentro del vehículo uno por uno, un informe manual de estos datos que es propenso a errores o inexactitudes. El proceso puede tardar de 2 a 3 minutos en realizarse, lo que constituye un cuello de botella importante en la cadena de producción automatizada.

Como se puede ver en la Figura 4, uno o más sensores de humedad 10 según se han descrito anteriormente están dispuestos dentro de un automóvil 40 en lugares en los que es importante verificar si se ha producido una fuga de agua durante la línea de montaje (por ejemplo, durante una prueba de agua). Estos sensores de humedad pueden ser colocados ad-hoc por el fabricante del automóvil o entrar en la línea de montaje integrados con los elementos del automóvil de diferentes proveedores. En el ejemplo de la Figura 4, cada elemento sensor 11, 14 de cada sensor de humedad 10 puede comprender una etiqueta RFID, más específicamente, una etiqueta RFID pasiva UHF.

Además, la Figura 4 ilustra un módulo de lectura 31 que comprende una pluralidad de antenas 41a – 41g. Las antenas apuntan a la línea de montaje, y son capaces de recuperar información procedente de los sensores de humedad 10 en el interior del automóvil. La posición de las antenas debe permitir la lectura de todos los sensores de humedad en el interior del coche. Dicho módulo de lectura es fácilmente integrable en la cadena de producción, por ejemplo, como un arco de antenas, cada una de las cuales envía energía a las etiquetas RFID mediante ondas de radio frecuencia, envía solicitudes a las etiquetas y recibe las señales de respuesta procedentes de las etiquetas. Por lo tanto, se generan unas muestras procedentes de cada sensor de humedad 10. Por ejemplo, una primera muestra procedente de un sensor de humedad A puede incluir la siguiente información:

$$A^1 := \{\text{Instante}^1_1, \text{EPC}^1_1, \text{RSSI}^1_1, \text{FASE}^1_1, X^1_1, \text{Instante}^1_2, \text{EPC}^1_2, \text{RSSI}^1_2, \text{FASE}^1_2, X^1_2\}$$

en el que 1 se refiere al elemento sensor no protegido 11 y 2 se refiere al elemento sensor protegido 14 del sensor de humedad A.

El módulo de lectura 31 también puede comprender un módulo de radio frecuencia 42 encargado de transformar información en o a partir de ondas de radio frecuencia. Cada antena está conectada con el módulo de radio frecuencia 42. El módulo de lectura también puede comprender el módulo electrónico 43 que se encarga de transmitir información entre el módulo de radio frecuencia y el módulo de control 32.

La conexión entre cada antena y el módulo de radio frecuencia 42 puede ser por cable (por ejemplo, a través de tecnología Ethernet) o se puede establecer a través de tecnologías de comunicación de corto alcance, por ejemplo, Bluetooth (por ejemplo, BLE - Bluetooth Low Energy), NFC, Zigbee o tecnología WiFi o a través de una red de comunicación basada en Internet de las Cosas (IoT), como Sigfox, LoRA o NB-IoT.

En este punto es importante señalar que la hora (marca de tiempo), intensidad de la señal, fase de la señal, etc. son obtenidos por el módulo de lectura 31 a partir de la señal de respuesta recibida procedente de cada etiqueta RFID, es decir, el módulo de lectura interroga las etiquetas RFID (al menos dos en cada sensor de humedad, una etiqueta RFID protegida y una etiqueta RFID no protegida) y obtiene las características y datos a partir de cada señal de respuesta recibida y el instante en el que se recibe cada señal de respuesta.

El módulo de control 32, por ejemplo, según se ha descrito anteriormente, se encarga de capturar la cantidad necesaria de muestras de datos por prueba, procedentes de cada sensor de humedad ubicado en el interior del automóvil. Para cada conjunto de muestras de cada sensor $A := \{A^1, A^2, A^3, \dots, A^n\}$ el módulo de control 32 puede considerar la siguiente información:

- la posición de las etiquetas: $f_{\text{posición}}\{A\}$;
- información sobre los valores RSSI devueltos: $f_{\text{RSSI}}\{A\}$;
- información sobre los valores de FASE devueltos: $f_{\text{FASE}}\{A\}$;
- información sobre otros valores recuperados: $f_{\text{OTROS}}\{A\}$.

En base a dicha información, el módulo de control 32 puede determinar si cada etiqueta RFID de un sensor de humedad (en este caso, el sensor de humedad A) está húmeda o seca:

$$\text{Prueba}(A) = f(f_{\text{posición}}\{A\}, f_{\text{RSSI}}\{A\}, f_{\text{FASE}}\{A\}, f_{\text{OTROS}}\{A\}) = \{\text{HÚMEDO}, \text{SECO}\}$$

En resumen, el sistema divulgado para la detección de una fuga de agua en una línea de producción de vehículos ofrece las siguientes ventajas que se pueden describir en tres puntos:

- por un lado, la automatización mejorada reduce errores debidos a la intervención humana en la cadena de producción, y reduce también el tiempo de producción y, por lo tanto, los costes;
- además, los sensores de humedad se basan en etiquetas RFID disponibles (off-the-shelf) como elementos sensores 11, 14, lo que reduce el coste del sensor de humedad;

ES 2 953 703 T3

- por otro lado, la solución basada en estándares permite una mejor integración en la industria (por ejemplo, independencia del proveedor).

REIVINDICACIONES

1. Un sistema para detectar humedad que comprende:
 - al menos un sensor de humedad que comprende:
 - al menos un elemento sensor (11) no protegido contra líquidos que comprende:
 - una primera etiqueta RFID que comprende al menos una primera antena (12), y
 - un primer elemento (13) hecho de un material absorbente de líquido, estando configurado dicho material para absorber líquido y hacerlo llegar a la primera antena de la primera etiqueta RFID cuando el líquido está en contacto con la primera antena, se modifica la adaptación de la primera antena de modo que se modifica la intensidad y la fase de una señal de respuesta de la antena de la primera etiqueta RFID;
 - al menos un elemento sensor (14) protegido contra líquidos que comprende:
 - una segunda etiqueta RFID que comprende al menos una segunda antena (15), y
 - un segundo elemento (16) hecho de un material a prueba de líquido, estando configurado dicho material para no conducir líquido,
 - un módulo de lectura configurado para recibir:
 - al menos una señal de respuesta procedente del elemento sensor (11) no protegido contra líquidos y
 - al menos una señal de respuesta procedente del elemento sensor (14) protegido contra líquidos y
 - para obtener la fase de la señal de respuesta recibida procedente del elemento sensor (11) no protegido contra líquidos y la fase de la señal de respuesta recibida procedente del elemento sensor protegido contra líquidos,
 - un módulo de control (32) **caracterizado por el hecho de que** dicho módulo de control (32) comprende:
 - medios para recibir la fase de la señal de respuesta del elemento sensor (11) no protegido contra líquidos, procedente del módulo de lectura;
 - medios para recibir la fase de la señal de respuesta del elemento sensor (14) protegido contra líquidos, procedente del módulo de lectura;
 - medios para comparar la fase recibida de la señal de respuesta del elemento sensor (11) no protegido contra líquidos con la fase recibida de la señal de respuesta del elemento sensor protegido contra líquidos;
 - medios para determinar la detección de humedad si la diferencia entre la fase de la señal de respuesta del elemento sensor (11) no protegido contra líquidos y la fase de la señal de respuesta del elemento sensor (14) protegido contra líquidos es superior a un umbral.
2. Un sistema según la reivindicación 1, en el que el elemento (13) hecho de un material absorbente de líquido comprende al menos una cola de material absorbente de líquido.
3. Un sistema según la reivindicación 1, en el que la primera etiqueta RFID y/o la segunda etiqueta RFID es una etiqueta RFID pasiva, tal como una etiqueta RFID pasiva UHF.
4. Un sistema según la reivindicación 1, en el que el módulo de lectura está configurado para recibir la señal de respuesta procedente del elemento sensor (11) no protegido contra líquidos y está configurado para recibir la señal de respuesta procedente del elemento sensor (14) protegido contra líquidos al mismo tiempo.
5. Un procedimiento de detección de humedad, estando el procedimiento caracterizado por:
 - proporcionar un sistema según la reivindicación 1, y para cada sensor de humedad:
 - recibir por parte del módulo de control la fase de la señal de respuesta del elemento sensor (11) no protegido contra líquidos, procedente del módulo de lectura;
 - recibir por parte del módulo de control la fase de la señal de respuesta del elemento sensor (14) protegido contra líquidos, procedente del módulo de lectura;
 - comparar por parte del módulo de control la fase de la señal de respuesta del elemento sensor (11) no protegido contra líquidos con la fase de la señal de respuesta del elemento sensor (14) protegido contra líquidos;
 - determinar por parte del módulo de control la detección de humedad si la diferencia entre la fase de la señal de respuesta del elemento sensor (11) no protegido contra líquidos y la fase de la señal de respuesta del elemento sensor (14) protegido contra líquidos es superior a un umbral.
6. Un procedimiento según la reivindicación 5, que comprende además:
 - recibir datos que identifican de forma única el sensor de humedad, procedentes del módulo de lectura.
7. Un procedimiento según la reivindicación 6, que comprende además:
 - obtener la ubicación del sensor de humedad en base a datos que identifican de forma única el sensor de humedad.

FIG.1

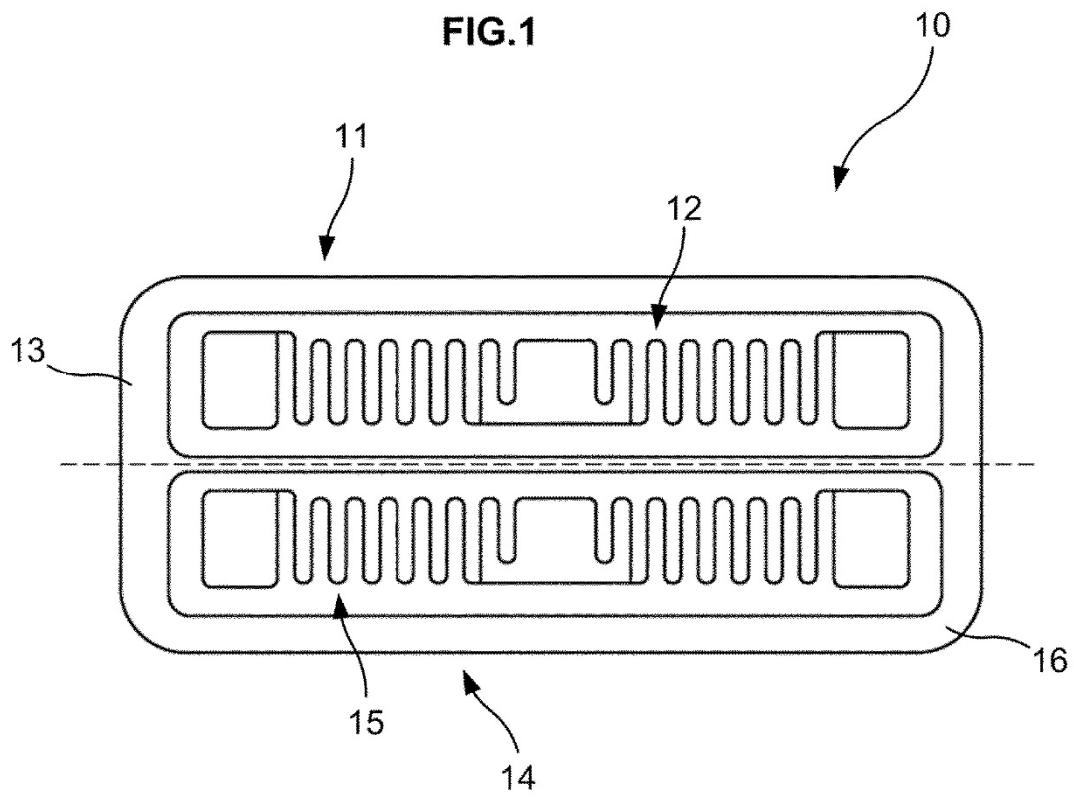


FIG.2

