

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 702 235**

51 Int. Cl.:

**G01F 23/26** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **19.02.2016 PCT/EP2016/053612**

87 Fecha y número de publicación internacional: **06.10.2016 WO16155943**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.02.2016 E 16706828 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.10.2018 EP 3243047**

54 Título: **Un método y sistema para detección de un nivel líquido**

30 Prioridad:

**30.03.2015 EP 15161639**

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

**28.02.2019**

73 Titular/es:

**KONINKLIJKE PHILIPS N.V. (100.0%)  
High Tech Campus 5  
5656 AE Eindhoven, NL**

72 Inventor/es:

**BIAN, WEI;  
YIP, KIN, LEONG;  
CHIAH, YAO, HEAN;  
CHIN, KWONG, LIM y  
LIM, GARY, CHI YANG**

74 Agente/Representante:

**ISERN JARA, Jorge**

**ES 2 702 235 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**

Un método y sistema para detección de un nivel líquido

## 5 Campo de la invención

La presente invención se relaciona con la detección del nivel de líquido y, en particular, con la medición/detección del nivel de líquido de la superficie de un líquido que utiliza un sistema de detección capacitiva.

## 10 Antecedentes de la invención

El uso de una sonda de detección de nivel de líquido es una técnica conocida para controlar el nivel de líquido dentro de un receptáculo, por ejemplo, una caldera de un generador de vapor a presión. El principio de detección puede ser resistivo o capacitivo. Con respecto al uso de una detección capacitiva para detectar un nivel de líquido dentro de un receptáculo, la sonda de detección capacitiva se puede ubicar dentro de un receptáculo que actúa como un primer electrodo de un sensor capacitivo, con una porción conductiva conectada a tierra del receptáculo que actúa como un segundo electrodo del sensor capacitivo. En tal disposición, el líquido dentro del receptáculo actúa como un dieléctrico entre la primera placa y la segunda placa. Se puede utilizar un cambio en la capacitancia detectado por un sensor capacitivo para determinar un cambio en el nivel de líquido contenido dentro de un receptáculo. A medida que el nivel de un líquido sube y baja en el receptáculo, el efecto dieléctrico del líquido cambia la capacitancia efectiva del sensor capacitivo, que es detectado por los circuitos electrónicos acoplados al sensor capacitivo, como se divulga en el documento US 5088325-A.

Se han propuesto varios métodos que utilizan la detección capacitiva para detectar el nivel de un líquido dentro de un receptáculo conectado a tierra (es decir, el receptáculo está conectado a tierra). En disposiciones convencionales, se requiere una fuente de alimentación de modo conmutado aislado (como se muestra en la figura 1) para cumplir con los requisitos de seguridad de la detección capacitiva. En tales sistemas, hay una barrera aislada (por ejemplo, un transformador de alta frecuencia) que puede soportar desde unos pocos cientos de voltios hasta varios miles de voltios. Sin embargo, estas técnicas conocidas de uso de fuentes de alimentación de modo conmutado aisladas son relativamente caras y complicadas de implementar.

## Resumen de la invención

Un objeto de la invención es proporcionar un sistema y un método de detección de nivel de líquido capacitivo que alivie o supere sustancialmente los problemas mencionados anteriormente.

La invención se define por las reivindicaciones independientes. Las reivindicaciones dependientes definen realizaciones ventajosas.

De acuerdo con la presente invención, se proporciona un sistema para detectar el nivel de líquido en un receptáculo, comprendiendo dicho sistema: una sonda de detección capacitiva dispuesta para estar en contacto con el líquido en el receptáculo, para detectar una capacidad entre la sonda de detección capacitiva y una porción conductiva eléctricamente conectada a tierra del receptáculo; un circuito de control conectado a la sonda de detección capacitiva para realizar una detección capacitiva para detectar un nivel del líquido en el receptáculo; una fuente de alimentación de CA no aislada dispuesta para alimentar el circuito de control; y al menos un condensador de filtro conectado en serie con la sonda de detección capacitiva y el circuito de control.

Un sistema de este tipo está asociado con menos componentes y, por lo tanto, es más barato en comparación con un sistema que utiliza un suministro de energía aislado. El uso de un condensador de filtro (por ejemplo, un condensador Y) para aislar la sonda y el circuito de control evita el problema de la corriente de fuga a tierra. Además, otra ventaja de esta disposición es que al usar un condensador de filtro (por ejemplo, un condensador Y) para lograr el aislamiento, se puede usar una fuente de alimentación no aislada más barata.

Se apreciará que la fuente de alimentación de CA no aislada tendrá una entrada (primaria) y un circuito de salida (secundaria), y que en la fuente de alimentación no aislada hay una tierra común entre la entrada (primaria) y circuito de salida (secundaria).

En algunas realizaciones, el circuito de control está dispuesto para recibir un voltaje de CA desde un suministro de red eléctrica y convertir el voltaje de CA en una señal de cruce por cero utilizada para activar la detección capacitiva. El uso de la señal de cruce por cero reduce la interferencia del ruido de CA.

En algunas realizaciones, la detección capacitiva se activa con un retardo de tiempo después de que se detecta un punto de cruce por cero de la señal de cruce por cero, en la que el retardo de tiempo es un valor o intervalo predeterminado (por ejemplo, menos de 10 ms).

65

La unidad de control puede estar dispuesta para realizar una medición de detección capacitiva en un borde ascendente y/o un borde descendente de la señal de cruce por cero.

5 El circuito de control puede estar dispuesto para detectar si un borde de la señal de cruce por cero es un borde ascendente o un borde descendente, y el circuito de control puede estar dispuesto para realizar una medición de detección capacitiva utilizando la sonda de detección capacitiva con base en los resultados de la detección realizada por el circuito de control.

10 El al menos un condensador de filtro puede ser un condensador en Y. En algunos electrodomésticos, se pueden usar dos de estos condensadores en Y.

El suministro de alimentación de CA no aislada puede ser al menos uno de un suministro de alimentación de modo conmutado, un suministro de alimentación capacitivo y un suministro de alimentación resistiva.

15 El circuito de control y la fuente de alimentación de CA no aislada pueden ubicarse en un conjunto de placa de circuito impreso.

20 La sonda de detección capacitiva puede actuar como un primer electrodo de un condensador de detección, y una porción eléctricamente conductiva conectada a tierra del receptáculo puede actuar como un segundo electrodo del condensador de detección.

25 De acuerdo con otro aspecto de la presente invención, se proporciona un sistema de caldera que comprende un receptáculo y un sistema para detectar, en el que dicho sistema comprende: una sonda de detección capacitiva dispuesta para estar en contacto con el líquido en el receptáculo, por ejemplo ubicado en la carcasa superior de la caldera, para detectar una capacitancia entre la sonda de detección capacitiva y una porción conductiva eléctricamente conectada a tierra del receptáculo; un circuito de control conectado a la sonda de detección capacitiva, para detectar el nivel del líquido en el receptáculo; y una fuente de alimentación de CA no aislada dispuesta para alimentar el circuito de control; en el que el circuito de control comprende: a) una unidad de conversión dispuesta para convertir el voltaje de CA en una señal de cruce por cero, y b) una unidad de control dispuesta para realizar una detección capacitiva utilizando la sonda de detección capacitiva y la señal de cruce por cero.

35 De acuerdo con otro aspecto de la presente invención, se proporciona un método para detectar un nivel de líquido con un sistema que comprende una sonda de detección capacitiva, un circuito de control y una fuente de alimentación de CA no aislada, donde el método comprende los pasos de: convertir el voltaje de CA en una señal de cruce por cero y realizar una detección capacitiva utilizando la sonda de detección capacitiva y la señal de cruce por cero.

40 Estos y otros aspectos de la invención serán evidentes y se aclararán con referencia a las realizaciones descritas aquí a continuación.

#### Breve descripción de los dibujos

45 Las realizaciones de la invención se describirán ahora, solo a modo de ejemplo, con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

La Figura 1 es un diagrama esquemático de un suministro de alimentación de modo conmutado aislado convencional que se utiliza en un sistema para detectar el nivel de líquido;

50 La Figura 2 es un diagrama de bloques que ilustra los componentes de un sistema para detectar el nivel de líquido en un receptáculo, de acuerdo con una realización de la presente invención;

La Figura 3 es un diagrama esquemático que ilustra la configuración detallada del sistema 10 de la Figura 2;

55 Las Figuras 4A y 4B son diagramas esquemáticos que ilustran una operación de detección capacitiva;

La Figura 5 es un gráfico que ilustra la tierra, la tierra digital y la señal de cruce por cero con respecto al tiempo;

60 La Figura 6 es un diagrama de flujo que ilustra un método para detectar un nivel de líquido dentro de un sistema para detectar un nivel de líquido en un receptáculo, de acuerdo con una realización de la presente invención;

La Figura 7 es un diagrama esquemático de un circuito convertidor reductor de acuerdo con una realización de la presente invención;

65 La Figura 8 es un diagrama esquemático de un circuito convertidor elevador de acuerdo con una realización de la presente invención;

La Figura 9 es un diagrama esquemático de un circuito convertidor de reductor-elevador de acuerdo con una realización de la presente invención.

Descripción detallada de las realizaciones

5 En lo que sigue, se apreciará que los suministros de alimentación pueden denominarse "aislados" o "no aislados".

En este contexto, "aislamiento" se refiere a la separación eléctrica entre la entrada (primaria) y la salida (secundaria). En otras palabras, "aislamiento" se refiere a la existencia de una barrera eléctrica entre la entrada y la salida. La mayoría de los convertidores de CA/CC y CA/CA están aislados por razones de seguridad.

10 Los suministros de alimentación aislados generalmente incluyen ya sea transformadores o aisladores ópticos tanto en la potencia como en las rutas de retroalimentación. El voltaje de entrada y el voltaje de salida están aislados eléctricamente. La tierra secundaria (salida) está totalmente aislada de la primaria (entrada) mediante transformadores y/u optoacopladores. En otras palabras, a continuación, el término "suministro de alimentación aislada" se refiere a un suministro de alimentación en el que la entrada y la salida del suministro de alimentación están aislados eléctricamente, por ejemplo, mediante el uso de un acoplamiento magnético (por ejemplo, un transformador) o un acoplamiento óptico colocado entre la entrada y la salida del suministro de alimentación.

15 El suministro de alimentación no aislado es tal que el voltaje de entrada y el voltaje de salida no están aislados eléctricamente. Por lo tanto, en un suministro de alimentación no aislado, hay una conexión eléctrica entre la entrada y la salida. La conexión eléctrica entre el circuito de entrada (primario) y el de salida (secundario) en suministros de alimentación no aislados se refiere a la conexión a tierra común entre el circuito de entrada (primario) y el de salida (secundario). A continuación, el término "suministro de alimentación no aislado" se refiere a un suministro de alimentación en el que la entrada y la salida del suministro de alimentación no están aislados eléctricamente (es decir, no se utiliza un acoplamiento magnético ni un acoplamiento óptico entre la entrada y la salida del suministro de potencia). En otras palabras, un suministro de alimentación no aislado es un suministro de alimentación que tiene una conexión eléctrica entre la entrada y la salida del suministro de alimentación.

20 Ahora se están haciendo referencias a la Figura 1, que representa esquemáticamente un diagrama de un suministro 100 de alimentación de modo conmutado aislado convencional que se puede usar en un sistema para detectar el nivel de líquido.

25 La Figura 1 muestra una señal de voltaje de entrada de CA desde un suministro de alimentación de CA que se proporciona a una unidad 110 de rectificación y filtrado de entrada que rectifica y filtra el voltaje de entrada de CA. La señal rectificadora y filtrada se proporciona luego a un transistor de efecto de campo de semiconductor de óxido metálico (MOSFET) o un transistor 120 de unión bipolar para la conmutación de la señal. Posteriormente, la señal conmutada del MOSFET o el transistor 120 de unión bipolar se proporciona a un transformador 130 de potencia, que actúa como una barrera de aislamiento entre el voltaje de entrada y el voltaje de salida. El transformador de potencia actúa como una barrera de aislamiento que puede soportar voltajes dentro del intervalo, por ejemplo, de unos pocos cientos de voltios a varios miles de voltios. Por lo tanto, cuando la fuente de alimentación que se ilustra en la Figura 1 se implementa en un sistema para detectar el nivel de líquido dentro de un receptáculo, el electrodo de detección capacitivo se aísla de la parte activa del circuito. El voltaje de salida en el transformador 130 de potencia se conecta luego a una unidad 140 de rectificación y filtrado de salida que rectifica y filtra el voltaje de salida. La señal resultante de esta rectificación y filtrado de salida es un voltaje de salida de CC.

30 El voltaje de salida de CC se proporciona a un circuito 150 de control, que incluye un modulador de ancho de pulso, un oscilador y un amplificador. El circuito 150 de control está aislado del suministro de alimentación de entrada de CA mediante el uso del transformador 130 de potencia. El modulador de ancho de pulso emite una señal de impulso

35 Mediante el uso de un suministro de alimentación aislado, se puede mejorar la seguridad ya que el voltaje de entrada del circuito está aislado eléctricamente del voltaje de salida. Además, el uso de suministros de alimentación aislados permite múltiples voltajes de salida, y también la salida puede configurarse ya sea como positiva o negativa.

40 La presente invención busca proporcionar un sistema mejorado para detectar el nivel de líquido en un receptáculo en el que el circuito de control está alimentado por un suministro de alimentación de CA no aislado. Esto se explica a través de las Figuras 2 a 9.

45 La Figura 2 es un diagrama de bloques que ilustra los componentes de un sistema 10 para detectar el nivel de líquido en un receptáculo, de acuerdo con una realización de la presente invención.

50 El sistema 10 comprende un suministro 11 de alimentación no aislado, una sonda 12 de detección capacitiva, un circuito 15 de control y una capacitancia 19. El circuito 15 de control comprende una unidad 13 de control y una unidad 14 de conversión.

55

En esta realización, el suministro 11 de alimentación no aislado es un suministro de alimentación de modo conmutado. Los detalles técnicos adicionales del suministro 11 de alimentación no aislado se explicarán con más detalle con referencia a los circuitos convertidores ilustrados en las Figuras 7 a 9.

5 La unidad 14 de conversión es alimentada por el suministro 11 de alimentación no aislado y está dispuesta para convertir una señal de voltaje de entrada de CA de una fuente principal en una señal de cruce por cero de CA de onda cuadrada.

10 Se apreciará que la señal de cruce por cero es una señal de onda cuadrada que comprende bordes ascendentes RE y bordes descendentes FE.

Un borde ascendente RE es un punto de cruce por cero de la señal de cruce por cero en el que la onda cuadrada se eleva desde un nivel bajo a un nivel alto.

15 Un borde descendente FE es un punto de cruce por cero de la señal de cruce por cero en el que la onda cuadrada cae desde un nivel alto a un nivel bajo.

20 El borde ascendente RE de la señal de cruce por cero corresponde al punto de cruce por cero de la señal de voltaje de entrada de CA en el que está cayendo la onda sinusoidal.

El borde descendente FE de la señal de cruce por cero corresponde al punto de cruce por cero de la señal de voltaje de entrada de CA en el cual la onda sinusoidal está aumentando. Esto se debe a que la señal de cruce por cero de CA es una inversión de la señal de voltaje de entrada de CA.

25 Se apreciará que existen varios tipos diferentes de circuitos utilizados para generar una señal de cruce por cero de CA que está en fase con el voltaje de entrada de CA.

30 Estos bordes de cruce por cero (puntos de cruce por cero) en la señal de cruce por cero son detectados por la unidad 13 de control con el fin de ser utilizados para el control del condensador de detección, que está compuesto por la sonda 12 de detección capacitiva y al menos una porción conductiva eléctricamente conectada a tierra de un receptáculo.

35 La sonda 12 de detección capacitiva está conectada al circuito 15 de control, y está configurada de tal manera que actúa como un primer electrodo (E1) de un condensador de detección cuando se usa junto con una porción conductiva eléctricamente conectada a tierra de un receptáculo, que actúa como segundo electrodo (E2) del condensador de detección.

40 La capacidad 19 está dispuesta eléctricamente en serie entre el circuito 15 de control y la sonda 12 de detección capacitiva. La función de la capacidad 16 se explicará con más detalle a continuación.

Se realiza una medición de detección capacitiva utilizando el condensador del sensor (electrodos E1 y E2) de acuerdo con la señal de cruce por cero. El control detallado de la operación de detección capacitiva se explicará con más detalle con respecto a las Figuras 3 a 6.

45 La figura 3 es un diagrama esquemático que ilustra una configuración más detallada del sistema 10 de la Figura 2 de acuerdo con una realización de la invención.

50 En esta realización, el suministro 11 de alimentación de CA no aislado y el circuito 15 de control como se ilustra en la Figura 2 se proporcionan, por ejemplo, en un conjunto 18 de placa de circuito impreso (PCBA). La sonda 12 de detección capacitiva y un receptáculo 16 se ilustran también en la Figura 3.

55 En esta realización, el suministro 11 de alimentación de CA no aislado es un suministro de alimentación de modo conmutado conectada a Activo 20 y Neutral 22. El suministro 11 de alimentación no aislado de la Figura 3 tiene la misma función que el suministro 11 de alimentación no aislado de la Figura 2. Los detalles técnicos adicionales del suministro 11 de alimentación no aislado se explicarán con más detalle con referencia a los circuitos convertidores ilustrados en las Figuras 7 a 9.

60 En realizaciones alternativas de la presente invención, el suministro 11 de alimentación de CA no aislado es ya sea uno de un suministro de alimentación capacitiva y un suministro de alimentación resistiva.

65 El conjunto 18 de placa de circuito impreso comprende una capacidad 19, que en esta realización comprende al menos un condensador (C1, C2) de filtro conectado en serie con la sonda (12) de detección capacitiva y el circuito (15) de control. El condensador de filtro comprende ventajosamente un primer C1 condensador y un segundo C2 condensador. En esta realización, los condensadores C1 y C2 pueden tener valores que van desde 100pF a 4700pF.

También una primera resistencia R1 está dispuesta en serie con C1 y C2 en esta realización. Sin embargo, en otras realizaciones, la primera resistencia R1 puede no ser necesaria. El valor de la primera resistencia R1 puede variar de 10 a 10K ohm.

5 El suministro 11 de alimentación no aislado está conectado entre Activo 20 y Neutral 22 en esta realización. Activo transporta una corriente alternativa entre la red eléctrica y el dispositivo. Neutral también transporta una corriente alternativa entre la red eléctrica y el aparato. Neutral está conectado a tierra y, por lo tanto, tiene casi el mismo potencial eléctrico que la tierra.

10 Como se discutió en relación con la Figura 2, el circuito 15 de control está dispuesto para convertir un voltaje de entrada de CA (por ejemplo, de la red eléctrica) en una señal de cruce por cero de CA de onda cuadrada. Esta señal de cruce por cero se utiliza para controlar la operación de detección capacitiva del condensador de detección que comprende la sonda 12 de detección capacitiva como primer electrodo E1 y al menos una porción conductiva eléctricamente conectada a tierra del receptáculo 16 como un segundo electrodo E2.

15 En un suministro de alimentación aislado, el circuito secundario se considera una parte no activa, y el usuario puede tocar/acceder con seguridad al circuito secundario. En un suministro de alimentación no aislado, la tierra común conecta eléctricamente el circuito primario y el secundario. Por lo tanto, en un suministro de alimentación no aislado, el circuito secundario se considera una parte activa y el usuario no debe acceder a él.

20 En esta realización, el receptáculo 16 es una caldera de un generador de vapor a presión.

25 El primer condensador C1 y el segundo condensador C2 son condensadores de filtro. En esta realización, el primer condensador C2 y el segundo condensador C2 son condensadores en Y. Los condensadores de clase Y son condensadores de filtro de red eléctrica que cumplen con los requisitos de seguridad de las normas europeas para electrodomésticos. El uso del primer condensador C1 y el segundo condensador C2 es para el aislamiento de la sonda de detección capacitiva desde la parte activa del circuito electrónico. El primer condensador C1 y el segundo condensador C2 proporcionan por lo tanto una impedancia protectora. Los componentes que se encuentran después de la impedancia protectora no se consideran una parte activa y, por lo tanto, el usuario puede acceder a ellos.

30 Por consiguiente, los requisitos de seguridad pueden cumplirse mientras se usa un suministro de alimentación no aislado en el sistema para detectar niveles de líquidos.

35 Se observa que el condensador Ct ilustrado en la Figura 3 es una representación meramente visual de la capacitancia derivada del líquido entre la sonda 12 de detección capacitiva y la porción conductiva eléctricamente conectada a tierra del receptáculo 16, en lugar de un condensador físico real en el sistema.

40 En realizaciones alternativas de la presente invención, todo el receptáculo 16 actúa como el segundo electrodo E2 del condensador de detección. En tales realizaciones, todo el receptáculo 16 es conductor y está conectado a tierra eléctricamente.

45 En esta realización, el uso de una señal de cruce por cero ayuda a mejorar el problema del ruido de CA si se utiliza Activo como tierra digital. Sin embargo, las realizaciones de la invención no se limitan a esto. En otras disposiciones, si la tierra digital es siempre Neutral, entonces no es esencial usar una señal de cruce por cero de esta manera.

50 Las Figuras 4A y 4B son diagramas esquemáticos que ilustran una operación de detección capacitiva que usa tecnología de transferencia de carga. En términos generales, dicha tecnología de transferencia de carga funciona al aplicar un impulso de voltaje a una conexión en serie de una capacitancia Cx y un condensador Cs. El condensador Cs acumula cargas a través de una cantidad de pulsos de transferencia de carga, y la cantidad de carga transferida a Cs por pulso depende de Cx.

La Figura 4A es una representación simplificada de la detección capacitiva del sistema 10 cuando la sonda 12 de detección capacitiva no está en contacto con el líquido en el receptáculo 16.

55 La Figura 4B es una representación simplificada de la detección capacitiva del sistema 10 cuando la sonda 12 de detección capacitiva está en contacto con el líquido en el receptáculo 16.

60 Como se ve en la Figura 4A, hay un condensador Cs y un condensador Cx proporcionado entre el voltaje VDD de alimentación y la tierra 25. El condensador Cs es un condensador de muestreo y es un condensador físico en el conjunto 18 de placa de circuito impreso como se muestra en la Figura 3. El condensador Cs puede tener un valor de 1nF a 100nF. El condensador Cx es un condensador virtual que representa la capacitancia entre la sonda 12 de detección capacitiva y una porción conductiva eléctricamente conectada a tierra del receptáculo 16.

65 En la Figura 4B, además del condensador Cs y el condensador Cx como se describe en relación con la Figura 4A en el párrafo anterior, se proporciona un condensador Ct en paralelo con el condensador Cx proporcionado en el circuito. El condensador Ct es representativo de la capacitancia provista por el líquido en el receptáculo 16 (como se

ilustra en la Figura 3), que actúa como un dieléctrico entre la sonda 12 de detección capacitiva y la porción conductiva eléctricamente conectada a tierra del receptáculo 16.

5 El condensador  $C_s$  toma muestras del condensador en el conjunto 18 de placa de circuito impreso (es un condensador real con un intervalo de  $1\text{nF}\sim 100\text{nF}$ ).  $C_x$  es un condensador virtual que representa la capacitancia entre la sonda de detección y la plataforma de metal de la caldera conectada a tierra. Normalmente, el intervalo de proporción  $C_s/C_x$  es, por ejemplo, alrededor de 1000:1.

10 Como se explicó anteriormente con respecto a la Figura 3, la sonda 12 de detección capacitiva actúa como un primer electrodo E1 de un condensador de detección, y la porción conductiva eléctricamente conectada a tierra del receptáculo 16 actúa como un segundo electrodo E2 del condensador de detección. En la Figura 4B, el condensador de detección está representado por el condensador  $C_t$  provisto en paralelo al condensador  $C_x$  y entre el voltaje VDD de suministro y la tierra.

15 La Figura 4C muestra una disposición esquemática de ejemplo del controlador 15, la primera resistencia R1, los condensadores C1, C2, la sonda 12 de detección capacitiva y el receptáculo 16. En la Figura 4C, el nivel del líquido está por debajo de la sonda 12 de detección capacitiva, se muestra la capacitancia  $C_x$  virtual. Esta es la capacitancia virtual entre la sonda 12 de detección capacitiva y el receptáculo 16. Como se mencionó, la capacitancia  $C_s$  es un condensador real con un valor de 1 nF a 100 nF. La capacitancia  $C_s$  es mucho mayor que la capacitancia  $C_x$ , y la proporción  $C_s/C_x$  puede ser de alrededor de 1000: 1.

20 En la realización mostrada en la Figura 4C, el controlador 15 comprende tres interruptores S1, S2 y S3, aunque las realizaciones de la invención no están limitadas a esta disposición. En esta realización, los interruptores S1, S2 y S3 son transistores CMOS. El interruptor S1 está conectado entre un nodo N1 y tierra GND. Uno de los electrodos del condensador  $C_s$  está conectado al nodo N1. El interruptor S2 está conectado entre el voltaje VDD de alimentación y un nodo N2, y el interruptor S3 está conectado entre la tierra GND y el nodo N2. El otro de los electrodos del condensador  $C_s$  está conectado al nodo N2. Mediante el control apropiado de los interruptores S1, S2 y S3, la carga puede transferirse a la capacitancia  $C_x$  virtual a través de la capacitancia  $C_s$ .

25 La señal recibida en la unidad 13 de control está en términos del número de conteos (conteo de señales). El conteo de señales es el número de pulsos que toma el voltaje a través del condensador  $C_s$ , es decir,  $V_{cs}$ , para alcanzar un nivel de umbral. A medida que cada impulso deposita más carga,  $V_{cs}$  aumenta más rápido. El nivel de umbral está predeterminado de acuerdo con el propósito del sistema. El conteo de señales es menor cuando la sonda de 12 detección capacitiva está en contacto con el líquido en el receptáculo 16, en comparación con cuando la sonda 12 de detección capacitiva no está en contacto con el líquido en el receptáculo. Esto se debe a que cuando la sonda 12 de detección capacitiva está en contacto con el líquido en el receptáculo, se proporciona una capacitancia desde el condensador  $C_t$  en paralelo al condensador  $C_x$  (que compara las Figuras 4A y 4B), y la carga se acumula en el condensador  $C_s$  más rápidamente. Como un resultado, al controlar el conteo de señales requerido para que el voltaje a través del condensador  $C_s$  alcance el nivel de umbral, la unidad 13 de control puede determinar si la sonda de detección capacitiva está en contacto con el líquido en el receptáculo 16. La generación de impulsos y el conteo se puede hacer usando una tecnología con base en transferencia de carga.

30 Como ejemplo, cuando la sonda 12 de detección capacitiva está en contacto con el líquido en el receptáculo 16, el conteo de señales es 600. Cuando la sonda 12 de detección capacitiva no está en contacto con el líquido en el receptáculo 16, el conteo de señales se convierte en 300. De esta manera, al comparar el conteo de señales, se puede determinar si la sonda 12 de detección capacitiva está en contacto con el líquido en el receptáculo 16. Por lo tanto, el sistema de detección puede detectar si el agua está por encima o por debajo de un cierto nivel (con base en la posición de la sonda).

35 En un marco ascendente RE de la señal de cruce por cero, la diferencia de potencial entre VDD y la tierra es positiva e incrementa, lo que a su vez aumentará la cantidad de carga transferida en cada pulso. Por lo tanto, toma menos pulsos (es decir, un tiempo más corto) para que  $V_{cs}$  alcance el nivel de umbral. Por otro lado, en un marco descendente FE de la señal de cruce por cero, la diferencia de potencial entre VDD y tierra es negativa. Esto reduce la cantidad de carga transferida en cada pulso, lo que significa que se requieren más pulsos (es decir, un tiempo más largo) para que  $V_{cs}$  alcance el nivel de umbral. Como resultado, el efecto de la diferencia de potencial entre VDD y tierra en el conteo de señales aumentaría el conteo de señales y causaría que el conteo de señales sea impreciso y poco confiable.

40 En otras palabras, la influencia de la diferencia de potencial entre VDD y tierra en un borde descendente FE causaría que aumente el conteo de señales medido cuando la sonda 12 de detección capacitiva esté en contacto con el líquido en el receptáculo 16, y en algunos casos incluso más allá del conteo de señales cuando la sonda 12 de detección capacitiva no está en contacto con el líquido en el receptáculo 16. Por ejemplo, el conteo de señales medido en un borde descendente FE cuando la sonda 12 de detección capacitiva está en contacto con el líquido en el receptáculo 16 será 650 mientras que el conteo de señales medido cuando la sonda 12 capacitiva no está en contacto con el líquido en el receptáculo 16 es 600. En este caso, la unidad 13 de control no podría diferenciar si la

sonda 12 de detección capacitiva está en contacto con el líquido en el receptáculo 16 o no comparando el conteo de señales.

5 Por lo tanto, en la presente invención es preferible que la detección capacitiva se realice en los bordes ascendentes RE de la señal de cruce por cero (o poco después).

Sin embargo, en realizaciones alternativas de la presente invención, pueden realizarse mediciones de detección capacitiva durante un borde descendente de la señal de cruce por cero.

10 En algunas realizaciones, el controlador obtiene el resultado de la detección llamando a una biblioteca de detección apropiada. Sin embargo, pero cuándo llamar a la biblioteca puede ser importante, ya que si la detección se activa (es decir, la llamada de la biblioteca) en el momento incorrecto, el ruido de tierra de CA (debido al suministro de alimentación no aislado) puede afectar la detección y dar un resultado incorrecto. Se ha encontrado que cuando la detección se encuentra en un borde ascendente de la señal de cruce por cero, se obtiene una señal más precisa  
15 porque el ruido de tierra de CA puede incluso ayudar a amplificar la señal, mientras que se percibe una caída de cruce por cero, el ruido de tierra de CA atenúa la señal e incluso puede dar como resultado una señal de detección incorrecta. Por lo tanto, las realizaciones de la invención pueden hacer uso de la señal de cruce por cero para manejar el ruido de tierra de CA para obtener una señal de detección capacitiva precisa.

20 La Figura 5 es un gráfico que ilustra la tierra, la tierra digital (Activo, 50 Hz) y la señal de cruce por cero con respecto al tiempo.

Como se muestra en la Figura 5, la variación de la señal de tierra  $V_{tierra}$  30, la señal (31) de tierra digital y la señal 32 de cruce por cero se ilustran como voltaje frente al tiempo (ms) en el gráfico. En esta realización, activo se utiliza como la tierra digital en la configuración del circuito. Por lo tanto, la señal de tierra varía de manera similar como un voltaje de CA con respecto a la tierra digital. El nivel de voltaje de alimentación VDD 33 también se proporciona en el gráfico como referencia.

30 Como se muestra en la Figura 5, la variación de la señal de tierra  $V_{tierra}$  30, la señal (31) de tierra digital y la señal 32 de cruce por cero se ilustran como voltaje contra el tiempo (ms) en el gráfico. En esta realización, Activo se utiliza como la tierra digital en la configuración del circuito. Por lo tanto, la señal de tierra varía de manera similar como un voltaje de CA con respecto a la tierra digital. El nivel de voltaje de alimentación VDD 33 también se proporciona en el gráfico como referencia.

35 En un borde descendente FE de la señal de cruce por cero, la diferencia entre la señal de voltaje de suministro y la señal de tierra ( $VDD - V_{tierra}$ ) es negativa. Como se explica con referencia a las Figuras 4A y 4B, esto reduce la cantidad de carga transferida en cada pulso, que indica que se requieren más pulsos (es decir, un tiempo más largo) para que  $V_{cs}$  alcance el nivel de umbral.

40 Esto se puede ilustrar con referencia a la Ecuación 1, como sigue:

$$V_{cs_i} = \{(VDD - V_{tierra}) - V_{cs_{(i-1)}}\} * (C_s + C_x) / C_x + V_{cs_{(i-1)}}$$

45 donde  $V_{cs_i}$  es el voltaje para el condensador de muestreo, VDD es el voltaje de suministro,  $V_{tierra}$  es el voltaje de tierra,  $V_{cs_{(i-1)}}$  es el voltaje para el condensador de muestreo (anterior),  $C_s$  es la capacitancia de muestreo y  $C_x$  es la capacitancia del electrodo a tierra (virtual).

La invención también se relaciona con un método para detectar un nivel de líquido con un sistema que comprende una sonda (12) de detección capacitiva, un circuito (15) de control dispuesto para recibir un voltaje de CA de una suministro de red eléctrica, y un suministro (11) de alimentación de CA no aislado dispuesto para alimentar el circuito (15) de control, y al menos un condensador ( $C_1$ ,  $C_2$ ) de filtro conectado en serie con la sonda (12) de detección capacitiva y el circuito (15) de control. El método comprende los pasos de:

- 50 - utilizar el circuito (15) de control para convertir el voltaje de CA de la red eléctrica en una señal de cruce por cero, y
- 55 - realizar la detección capacitiva utilizando la sonda (12) de detección capacitiva en un momento determinado por la señal de cruce por cero.

60 La Figura 6 es un diagrama de flujo detallado que ilustra un método para detectar un nivel de líquido dentro de un sistema para detectar un nivel de líquido en un receptáculo, de acuerdo con una realización de la presente invención.

En el paso S1 del diagrama de flujo, comienza la operación de realizar una medición de detección de un nivel de líquido dentro de un sistema. Una onda sinusoidal de CA (por ejemplo, de la red eléctrica) se convierte en onda cuadrada de bajo voltaje, es decir, la señal de cruce por cero.

5 En el paso S2, la señal de cruce por cero de CA se envía a la unidad 14 de control del circuito 15 de control. La señal de cruce por cero se usa para controlar cuando la unidad 13 de control detecta un nivel del líquido utilizando una medición de detección de la sonda 12 de detección capacitiva.

10 En el paso S3, la unidad 13 de control del circuito 15 de control detecta un borde ascendente RE o un borde descendente FE en la señal de cruce por cero de CA.

15 Como se explicó anteriormente, un borde ascendente RE es un punto de cruce por cero de la señal de cruce por cero en el que la onda cuadrada se eleva desde un nivel bajo a un nivel alto. Un borde FE descendente es un punto de cruce por cero de la señal de cruce por cero en el que la onda cuadrada cae desde un nivel alto a un nivel bajo. Estos bordes de cruce por cero se detectan en la señal de cruce por cero en el paso S3 con el fin de ser utilizados para el control de la operación de detección de nivel de líquido.

20 En el paso S4, se determina si se detecta un borde ascendente RE o un borde descendente FE en el paso S3. El resultado de esta determinación en el paso S4 se utilizará en el paso S5 posterior con el fin de determinar si realizar una medición de detección capacitiva, es decir, captura de datos de detección capacitiva del condensador de detección (es decir, el primer electrodo E1 y el segundo electrodo E2).

25 Con el fin de garantizar que el efecto de conexión a tierra de la señal de la sonda 12 de detección capacitiva sea el mismo, la señal de cruce por cero se usa para detectar el mismo punto del ciclo de voltaje de entrada de CA en onda sinusoidal, de modo que siempre se realizan mediciones de detección capacitiva en el mismo punto de cada ciclo de la onda sinusoidal del ciclo de voltaje de entrada de CA. Esto garantiza que los datos de detección capacitiva se capturen en los puntos del ciclo de voltaje de entrada de CA donde la interferencia de ruido de CA es mínima. Por lo tanto, se pueden lograr resultados fiables y precisos de la detección capacitiva.

30 En la presente realización, activo se utiliza como tierra digital en la configuración del circuito. Como un resultado, la señal de tierra varía de manera similar a un voltaje de CA con referencia a tierra digital. Cuando se realiza una medición de detección capacitiva en un borde ascendente RE de la señal de cruce por cero, la señal de tierra está cayendo, y esto amplifica la señal como se explica con respecto a la Figura 5. Cuando se realiza una medición de detección capacitiva en un borde descendente FE de la señal de cruce por cero, la señal se atenúa. Como resultado, es preferible realizar solo mediciones de detección capacitiva en los bordes ascendentes RE de la señal de cruce por cero con el fin de obtener datos confiables de la sonda 12 de detección capacitiva.

35 En el paso S5, se realiza una medición de detección capacitiva con base en los resultados de la determinación en el paso S4. En la presente realización, si se detecta que el punto de cruce por cero del voltaje de entrada de CA es un borde ascendente, la unidad 13 de control está dispuesta para controlar la sonda 12 de detección capacitiva para realizar una medición de detección capacitiva. La medición de detección debe finalizarse antes de la próxima señal de cruce por cero detectada en esta realización. En otras palabras, el tiempo de detección debe estar dentro de los 10 ms en el caso de un suministro de alimentación de 50Hz. Si se detecta que el punto de cruce por cero del voltaje de entrada de CA es un borde descendente, la unidad 13 de control no realiza ninguna medición de detección capacitiva. En otras palabras, en esta realización, es solo durante los bordes ascendentes RE de la señal de cruce por cero que la unidad controladora está dispuesta para controlar la sonda 12 de detección capacitiva para realizar una medición de detección capacitiva.

40 Mediante el uso de la señal de cruce por cero, se puede reducir el ruido de interferencia de CA introducido por el uso de suministros de alimentación no aislados en el sistema para detectar los niveles de líquido. Esto se debe a que, en algunas realizaciones de la presente invención, los datos de detección capacitiva se capturan durante el cruce por cero (es decir, los puntos en los cuales la entrada de voltaje de CA cruza cero) en los cuales la influencia del ruido de interferencia de CA es mínima.

45 Además, al realizar solo mediciones de detección en los bordes ascendentes RE de la señal de cruce por cero, la influencia del ruido derivada de la diferencia de potencial entre la tierra y la tierra digital puede ser beneficiosa si Activo es la tierra digital. Esto se debe a que la creciente diferencia de potencial entre la Tierra y la tierra digital puede amplificar la señal de detección capacitiva (transferencia de carga más rápida, menos conteos) cuando se realiza una detección capacitiva durante los bordes ascendentes de la señal de cruce por cero.

50 Por ejemplo, cuando Neutral es la tierra digital, el ruido de CA ya es mínimo, y el borde ascendente o descendente no hace ninguna diferencia. Como un ejemplo, cuando el agua no toca la sonda, el sistema puede obtener 600 conteos, y cuando toca, el sistema puede obtener 300. Si Activo es la tierra digital, hay una gran diferencia entre el borde ascendente y el descendente, y el sistema puede obtener 150 conteos para el borde ascendente (la señal se amplifica, la diferencia mayor se compara con la señal de no tocar el agua) y 500 o incluso 650 para el borde

descendente (la señal se atenúa, menor diferencia o incluso la señal negativa se compara con la señal de no tocar el agua).

Se apreciará que, en realizaciones alternativas, los pasos del método se pueden realizar en una secuencia diferente de la descrita anteriormente, y que se pueden omitir algunos pasos del método. Por ejemplo, aunque es beneficioso determinar si un borde es un borde ascendente o un borde descendente, este paso (S4) puede no ser necesario en algunas realizaciones alternativas. En estas realizaciones alternativas, las mediciones de detección capacitiva se realizan tanto en bordes ascendentes como en bordes descendentes de la señal de cruce por cero. En otro ejemplo, si Neutral es la tierra digital, la detección de borde ascendente/descendente de la señal de cruce por cero no es tan importante ya que el ruido de CA ya es mínimo.

Como se discutió, en algunas realizaciones de la invención, el controlador activará la detección  $n$  ms después de la detección de un punto de cruce por cero de la señal de cruce por cero. En algunas realizaciones,  $n = 0$ , lo que indica que la detección se activa exactamente en el punto de cruce por cero. Sin embargo, en otras realizaciones, debido a un diseño o arquitectura diferente, es posible desencadenar la detección de un cierto retraso (por ejemplo, 3 ms, 5 ms o 7 ms) después de la detección del punto de cruce por cero. En otras palabras, las realizaciones de la invención pueden usar una señal de cruce por cero como punto de referencia, y el tiempo de detección real puede ser cualquier punto entre dos puntos de cruce por cero, que se determina por aplicación individual.

Las realizaciones de la invención pueden usar una variedad de metodologías de detección capacitiva, por ejemplo, activadas sobre la base de la señal de cruce por cero. Por ejemplo, las realizaciones de la invención pueden usar un sensor de campo capacitivo con modulador sigma-delta (véase el documento US8089289B1), un sensor de capacitancia que usa osciladores de relajación (véase el documento US7307485B1), o métodos y sistemas para medir capacitancia usando una técnica de carga de corriente constante (véase el documento US3761805A).

Ahora se hará referencia a las figuras 7 a 9, que son circuitos convertidores de potencia que se van a implementar en un sistema para detectar el nivel de líquido en un receptáculo, de acuerdo con realizaciones de la presente invención. A diferencia del suministro de alimentación de modo conmutado básico aislado, como se ilustra en la Figura 1, estos circuitos convertidores no están aislados, lo que significa que cuando se implementa en el sistema no hay una barrera de aislamiento eléctrico entre la entrada y la salida. Por lo tanto, los suministros de alimentación no aislados de las Figuras 7 a 9 son posibles ejemplos del suministro 11 de alimentación no aislado que se muestra en la Figura 1.

Como se muestra en las Figuras 7 a 9,  $V_{in}$  es el voltaje de entrada,  $V_{out}$  es el voltaje de salida. En disposiciones prácticas,  $V_{in}$  puede estar activo,  $V_o$  puede ser el voltaje VDD de suministro y Neutral puede estar a tierra.

La Figura 7 es un diagrama esquemático de un circuito convertidor reductor de acuerdo con una realización de la presente invención.

Como se muestra en la Figura 7, el convertidor reductor comprende un circuito de control, un transistor TR1 de conmutación y un circuito de volante que comprende un diodo D1, un inductor L1 y un condensador Co.

Cuando el transistor TR1 de conmutación está encendido, la potencia fluirá directamente a los terminales de salida. Este voltaje también debe pasar a través del inductor L1, que hará que la corriente se acumule en la misma forma en que se carga un condensador. Cuando se apaga el transistor TR1 de conmutación, la corriente almacenada en el inductor hará que el diodo D1 se convierta en polarización directa, lo que lo dejará libre y permitirá que la corriente se transmita a la carga que está conectada a los terminales de salida.

La Figura 8 es un diagrama esquemático de un convertidor elevador de acuerdo con una realización de la presente invención.

Como se muestra en la Figura 8, el convertidor elevador comprende un circuito de control, un transistor TR1 de conmutación, un diodo D1, un inductor L1 y un condensador Co.

En comparación con el convertidor reductor de la Figura 7, el transistor TR1 de conmutación se ha movido a un punto después del inductor L1 y se conecta directamente a través de las líneas positivas y negativas de la salida. El diodo D1 de marcha libre está conectado en serie y con polarización inversa con el inductor L1. El condensador Co permanece en paralelo con los terminales de voltaje de salida para proporcionar el filtrado.

La Figura 9 es un diagrama esquemático de un convertidor reductor-elevador de acuerdo con una realización de la presente invención.

Como se muestra en la Figura 9, el convertidor reductor-elevador comprende un circuito de control, un transistor TR1 de conmutación, un diodo D1, un inductor L1 y un condensador Co.

El transistor TR1 de conmutación está conectado en serie como el convertidor reductor de la Figura 5, y en comparación con el convertidor reductor de la Figura 7, el inductor L1 se ha movido a una posición donde está conectado en paralelo con los terminales de salida.

5 El transistor TR1 de conmutación controla el voltaje a la salida en este circuito. Cuando está encendido, el inductor L1 almacenará energía. Cuando se apaga el transistor TR1 de conmutación, la energía almacenada será lo suficientemente grande como para desviar el diodo y pasar el voltaje a los terminales de salida. Dado que este  
 10 circuito tiene el funcionamiento básico de tanto los convertidores reductores como refuerzo, significa que el voltaje de salida se puede regular tanto por encima como por debajo del nivel de voltaje de entrada. Por esta razón, el convertidor reductor-elevador es más popular. Las formas de onda para este tipo de circuito son similares al convertidor de refuerzo.

Al comparar el suministro de alimentación aislado como se muestra en la Figura 1 y los suministros de alimentación no aislados de las Figuras 7 a 9, se puede ver que se requieren menos componentes en los suministros de  
 15 alimentación no aislados. Por lo tanto, los costes involucrados en la construcción de circuitos utilizando un suministro de alimentación no aislado se pueden reducir.

En configuraciones con suministros no aislados, el voltaje de entrada y el voltaje de salida no están aislados eléctricamente, pueden requerirse componentes de seguridad para algunas aplicaciones para la separación entre el  
 20 voltaje de entrada y el voltaje de salida. En algunas realizaciones, esto se logra mediante el uso de dos condensadores de Clase Y (condensadores en Y) como se explica en relación con el primer condensador C1 y el segundo condensador C2 en la Figura 3 anterior.

Usando, un suministro de alimentación no aislado para el controlador permite usar menos componentes que un  
 25 suministro de alimentación aislado, y por lo tanto es más barato que un sistema que usa un suministro de alimentación aislado. El uso de un condensador de filtro (por ejemplo, un condensador en Y) para aislar la sonda y el circuito de control previene el problema de la corriente de fuga a tierra. Además, otra ventaja de esta disposición es que al usar un condensador de filtro (por ejemplo, un condensador en Y) para lograr el aislamiento, se puede usar  
 30 un suministro de alimentación no aislado más barato.

Se apreciará que se esperaría que el uso de suministros de alimentación no aislados introdujera ruido de  
 interferencia de CA en un sistema de detección. Con el fin de superar este problema, se puede usar una señal de  
 35 cruce por cero de manera que los datos de detección capacitiva se capturen solo en los puntos de cruce por cero de la señal de voltaje de entrada de CA en los cuales el ruido de interferencia de CA es el mínimo o a favor de la detección capacitiva. Por lo tanto, las realizaciones de la invención pueden proporcionar sistemas de detección que están asociados con las ventajas de usar suministros de alimentación no aislados en términos de costes al tiempo que reducen los problemas del ruido de interferencia de CA.

Se apreciará que el término "que comprende" no excluye otros elementos o pasos y que el artículo indefinido "un" o  
 40 "una" no excluye una pluralidad. Un solo procesador puede cumplir las funciones de varios artículos recitados en las reivindicaciones. El mero hecho de que ciertas medidas se reciten en reivindicaciones dependientes mutuamente diferentes no indica que una combinación de estas medidas no se pueda utilizar para obtener una ventaja. Cualquier signo de referencia en las reivindicaciones no debe interpretarse como limitante del alcance de las reivindicaciones.

**REIVINDICACIONES**

1. Un sistema (10) para detectar el nivel de líquido en un receptáculo (16), comprendiendo dicho sistema:
  - 5 - una sonda (12) de detección capacitiva para detectar una capacitancia entre la sonda (12) de detección capacitiva y una porción conductiva eléctricamente del receptáculo (16);
  - un circuito (15) de control conectado a la sonda (12) de detección capacitiva para detectar un nivel del líquido en el receptáculo (16) con base en dicha capacitancia;
  - 10 - un suministro (11) de alimentación de CA no aislado dispuesto para alimentar el circuito (15) de control, donde el suministro (11) de alimentación de CA no aislado tiene una conexión eléctrica entre su entrada y su salida; y
  - al menos un condensador (C1, C2) de filtro conectado en serie entre la sonda (12) de detección capacitiva y el circuito (15) de control.
2. El sistema (10) como se reivindica en la reivindicación 1, en el que el circuito (15) de control está dispuesto para recibir un voltaje de CA desde un suministro de red eléctrica y convertir el voltaje de CA en una señal de cruce por cero usada para activar la detección capacitiva.
- 20 3. El sistema (10) como se reivindica en la reivindicación 2, en el que la detección capacitiva se activa con un retardo de tiempo después de que se detecta un punto de cruce por cero de la señal de cruce por cero, el retardo de tiempo es un valor o intervalo predeterminado.
- 25 4. El sistema (10) como se reivindica en cualquiera de las reivindicaciones 2 o 3, en el que el circuito (15) de control está dispuesto para realizar una medición de detección capacitiva en un borde ascendente y/o un borde descendente de la señal de cruce por cero.
- 30 5. El sistema (10) como se reivindica en cualquiera de las reivindicaciones 2 a 4, en el que el circuito (15) de control está dispuesto para detectar si un borde de la señal de cruce por cero es un borde ascendente o un borde descendente, y el circuito (15) de control está dispuesto para detectar el nivel del líquido en el receptáculo (16) con base en la capacidad de la sonda (12) de detección capacitiva con base en los resultados de la detección.
- 35 6. El sistema (10) como se reivindica en cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en el que el al menos un condensador (C1, C2) de filtro es un condensador en Y.
- 40 7. El sistema (10) como se reivindica en cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el suministro (11) de alimentación de CA no aislado es al menos uno de un suministro de alimentación de modo conmutado, un suministro de alimentación capacitiva y un suministro de alimentación resistiva.
- 45 8. El sistema (10) como se reivindica en cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el circuito (15) de control y el suministro (11) de alimentación de CA no aislado están ubicados en un conjunto (18) de placa de circuito impreso.
- 50 9. El sistema (10) como se reivindicó en cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en el que la sonda (12) de detección capacitiva actúa como un primer electrodo (E1) de un capacitor de detección, y una porción del receptáculo (16) eléctricamente conductiva y conectada a tierra acciona un segundo electrodo (E2) del condensador de sensor.
- 55 10. Un sistema de caldera que comprende un receptáculo (16) y un sistema (10) como se reivindica en cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, en el que la sonda (12) de detección capacitiva está situada dentro del receptáculo y está aislada eléctricamente del receptáculo.
- 60 11. Un método para detectar un nivel de líquido con un sistema que comprende una sonda (12) de detección capacitiva, un circuito (15) de control dispuesto para recibir un voltaje de CA de un suministro de alimentación, y un suministro (11) de alimentación de CA no aislado dispuesto para alimentar el circuito (15) de control en el que el suministro (11) de alimentación de CA no aislado tiene una conexión eléctrica entre su entrada y su salida, y al menos un condensador (C1, C2) de filtro conectado en serie entre la sonda (12) de detección capacitiva y el circuito (15) de control, donde el método comprende:
  - 65 - utilizar el circuito (15) de control para convertir el voltaje de CA del suministro de eléctrica en una señal de cruce por cero, y
  - realizar la detección capacitiva utilizando la sonda (12) de detección capacitiva en un momento determinado por la señal de cruce por cero.

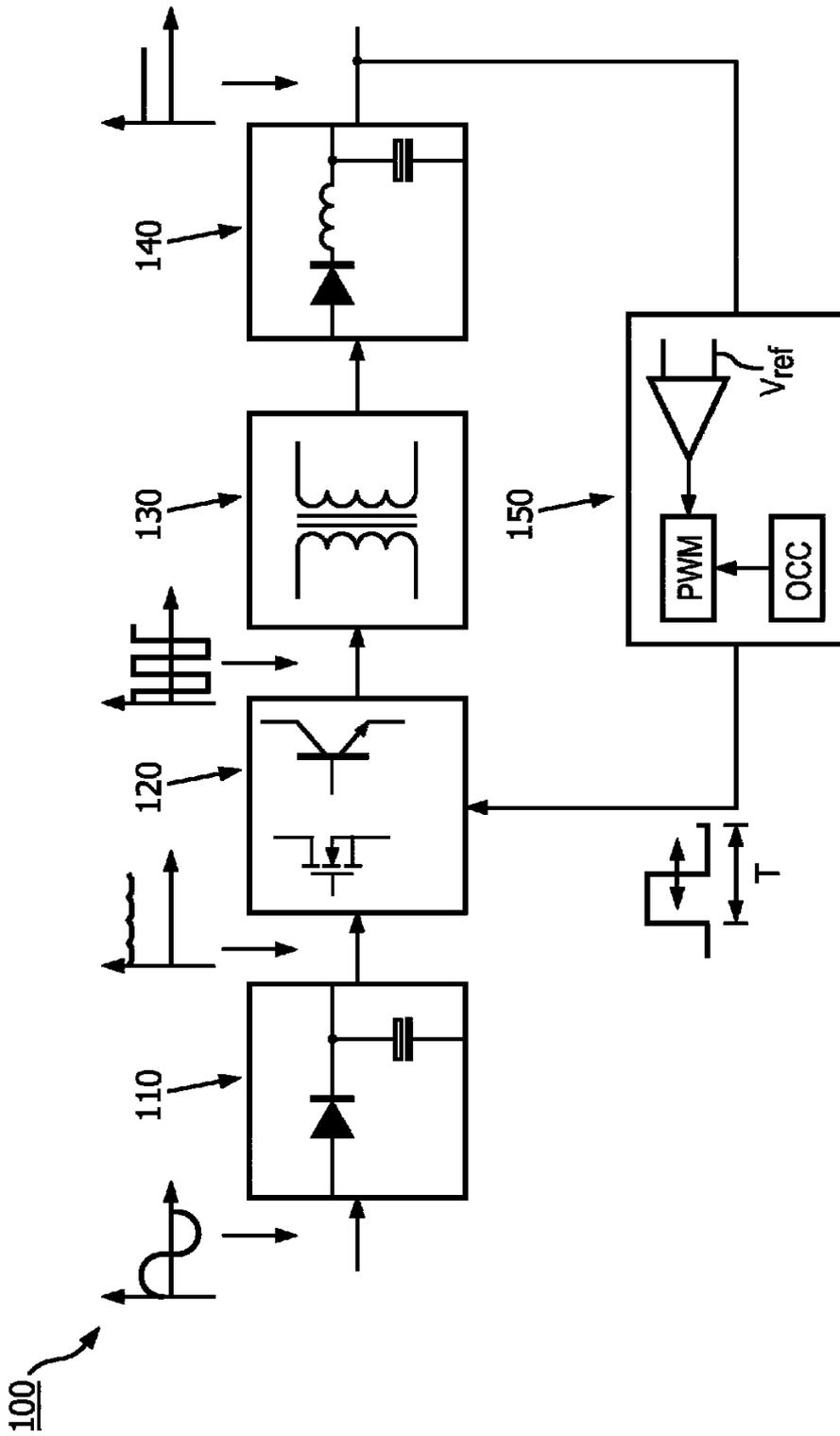


FIG. 1

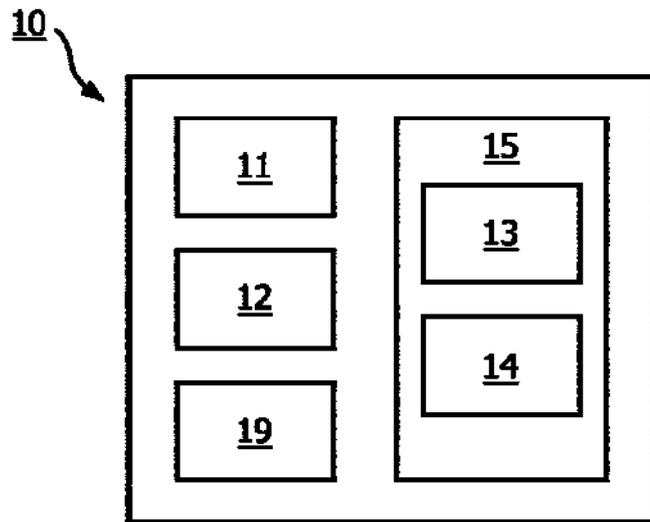


FIG. 2

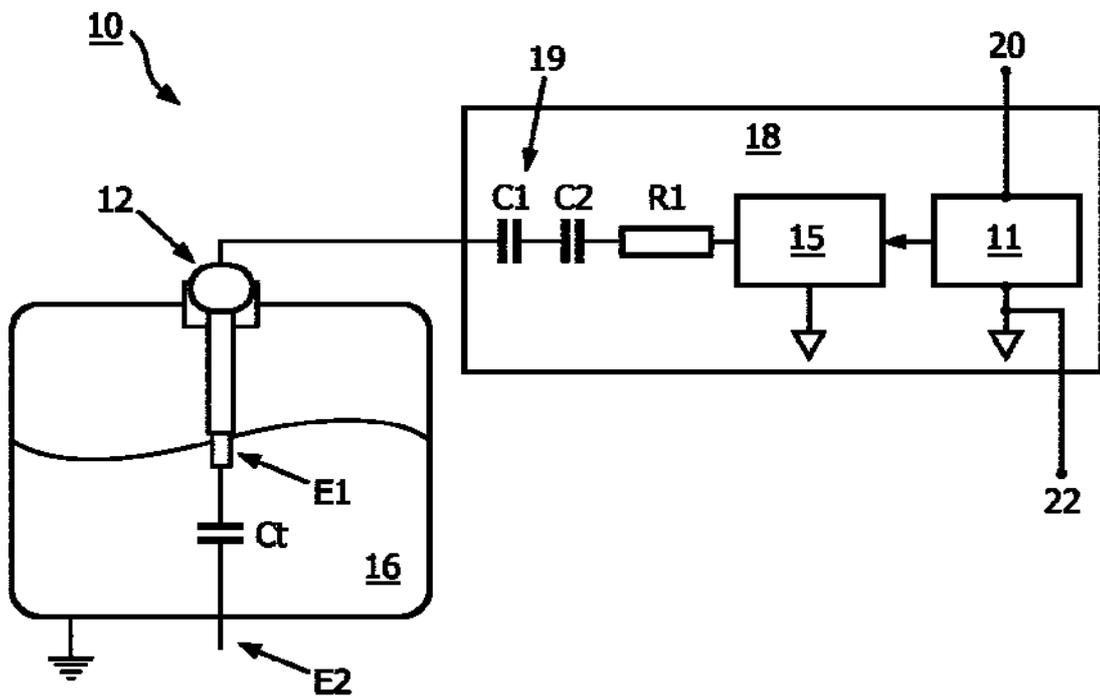


FIG. 3

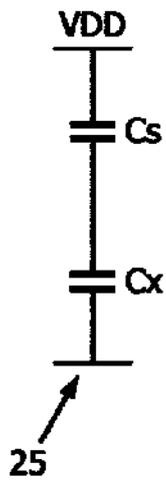


FIG. 4A

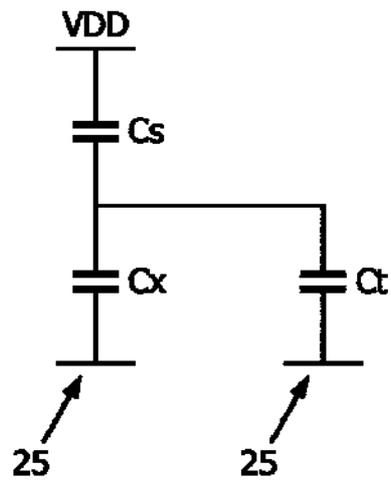


FIG. 4B

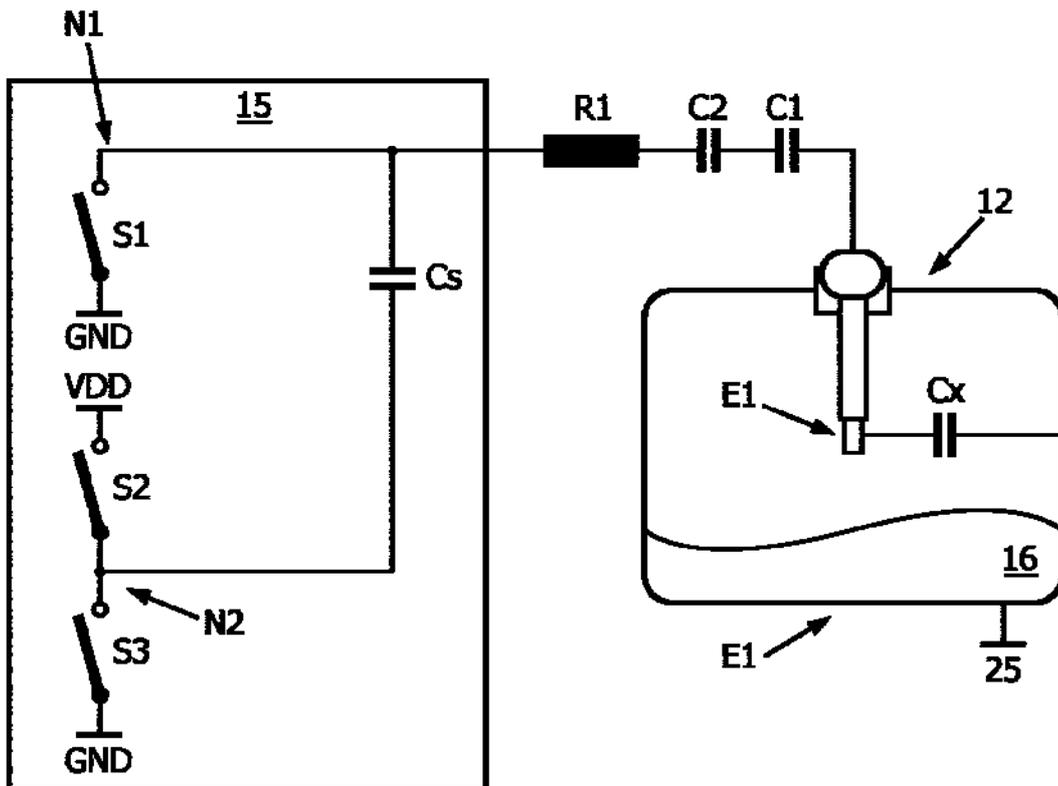


FIG. 4C

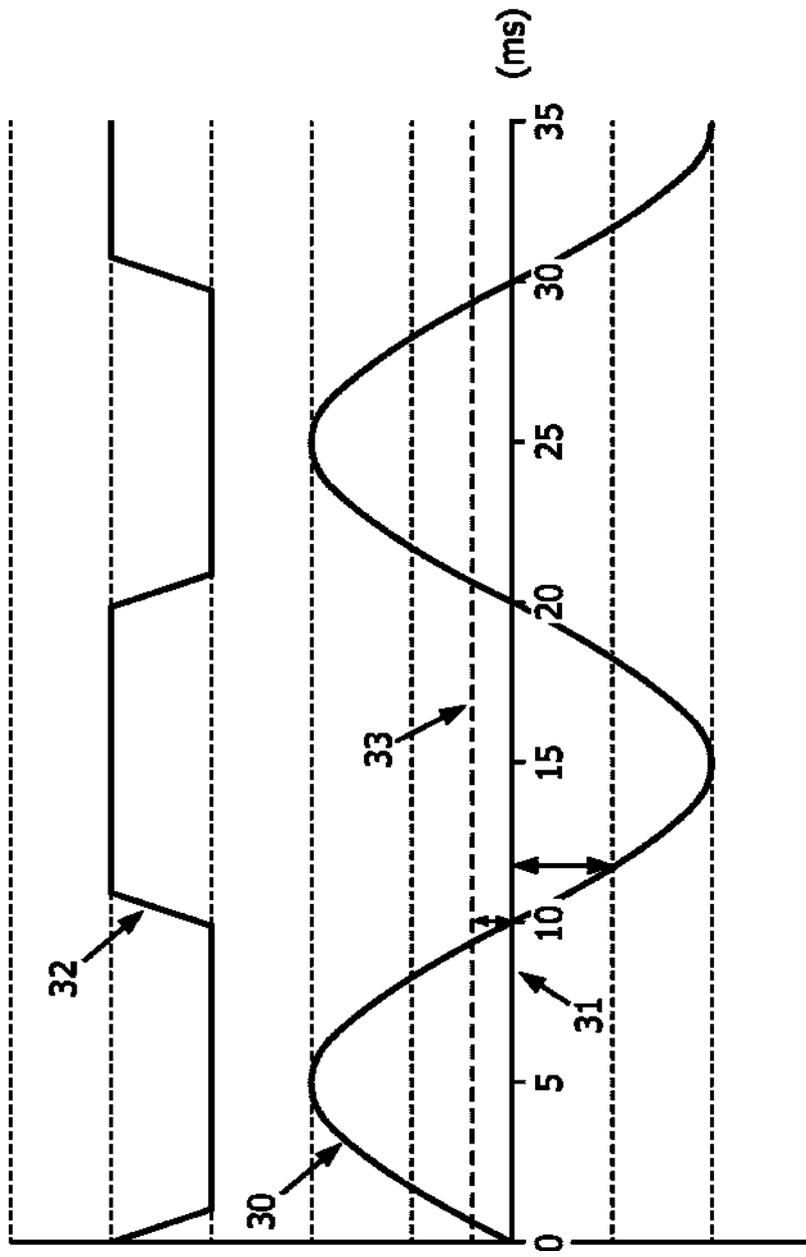


FIG. 5

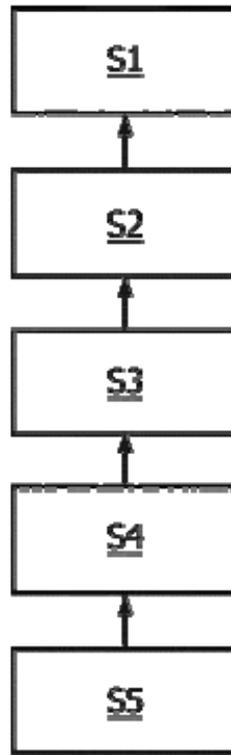


FIG. 6

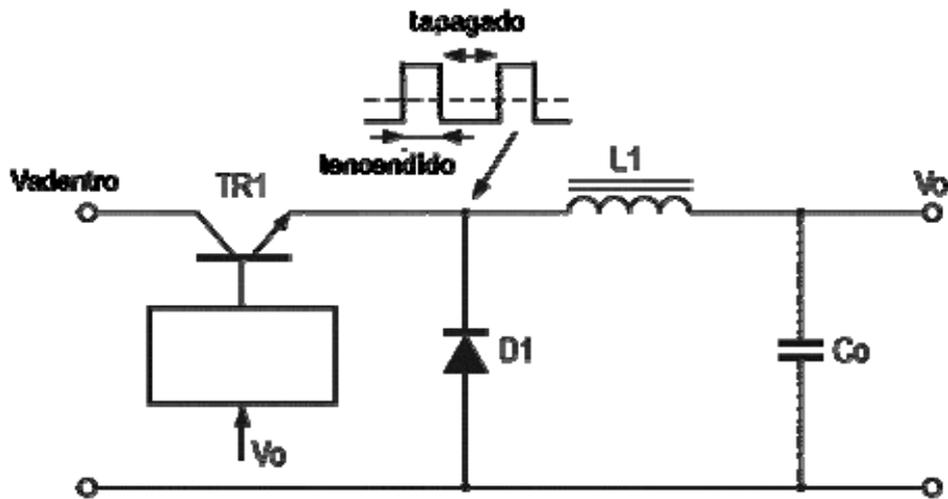


FIG. 7

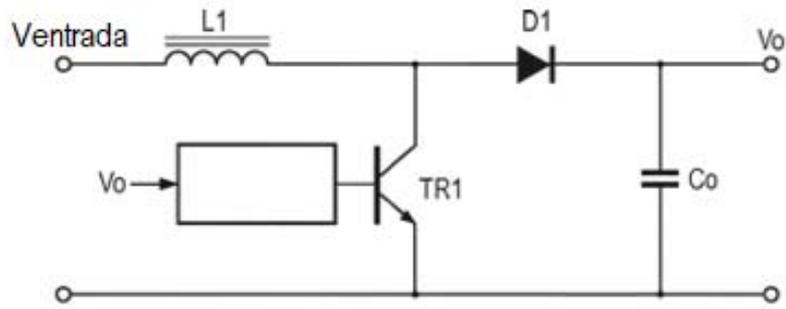


FIG. 8

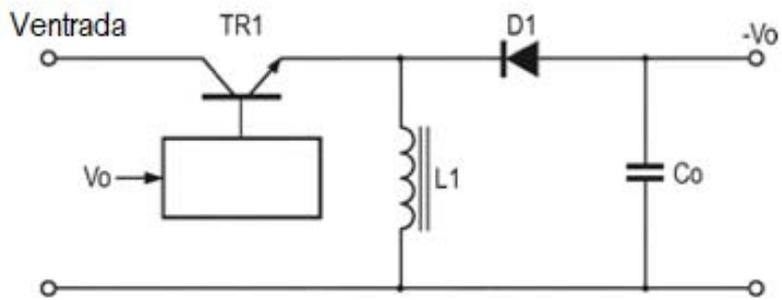


FIG. 9