

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 905 364**

51 Int. Cl.:

G01F 23/04 (2006.01)

G01F 23/26 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **21.04.2017 PCT/EP2017/025096**

87 Fecha y número de publicación internacional: **04.01.2018 WO18001567**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.04.2017 E 17720685 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **15.12.2021 EP 3475669**

54 Título: **Sonda de nivel de líquido capacitiva aislada**

30 Prioridad:

28.06.2016 GB 201611230

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

08.04.2022

73 Titular/es:

**GILL CORPORATE LIMITED (100.0%)
The George Business Centre, Christchurch Road
New Milton, Hampshire BH25 6QJ, GB**

72 Inventor/es:

GILL, MICHAEL JOHN

74 Agente/Representante:

DE PABLOS RIBA, Julio

ES 2 905 364 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

Sonda de nivel de líquido capacitiva aislada

5 La presente invención se refiere a un dispositivo de medición que comprende un circuito que comprende un circuito de medición y un circuito de detección que tiene un primer y un segundo transformador, estando conectado el circuito de medición a través del circuito de detección.

10 El documento US 5546005 A divulga un sistema de medición de nivel de líquido continuo que tiene una sonda de capacitancia protegida y un circuito de accionamiento relacionado para proporcionar mediciones de nivel precisas, incluso al medir el nivel de fluidos iónicos y altamente viscosos. La sonda de capacitancia tiene dos electrodos paralelos, cada uno construido de una sección de medio tubo, que están separados entre sí por un cable de protección aislado. La sonda es excitada por una señal de excitación de 1 MHz aplicada a través de los electrodos. La corriente a través de los electrodos es una función de la capacitancia entre los electrodos, que se ve afectada por la permitividad relativa del líquido circundante. Los efectos de los líquidos iónicos altamente viscosos que se adhieren a la sonda se reducen excitando el cable de protección con una señal de protección desfasada 180° con respecto a la señal de excitación de la sonda. La señal de protección cambia el campo eléctrico existente en el espacio adyacente a las uniones de los dos electrodos para reducir cualquier efecto de revestimiento líquido en la medición de nivel. La sonda de capacitancia está conectada a un circuito de medición de capacitancia a través de al menos un transformador de pulsos de relación 1:1 para aislamiento, eliminando efectivamente los efectos de las corrientes de ruido en la capacitancia de la sonda. Preferentemente, se proporciona un segundo transformador de pulsos para aislar el cable de protección.

25 Otro dispositivo de medición previamente propuesto se describe e ilustra en el documento GB 2532266 A. Este describe un sensor de nivel de fluido capacitivo que comprende un soporte eléctricamente aislante que lleva al menos dos electrodos alargados que están separados entre sí uniformemente a lo largo de sus longitudes, y circuitería de medición conectada a dichos al menos dos electrodos alargados para proporcionar una medida indicativa del nivel de fluido en el que se sumerge el soporte cuando el sensor está en uso.

30 Se encuentra un problema con tal construcción en presencia de radiación electromagnética externa dispersa, por ejemplo, ya que los cambios resultantes en el campo electromagnético externo pueden interferir negativamente con la medición que se realiza.

35 La presente invención busca proporcionar un remedio.

Por consiguiente, la presente invención está dirigida a un dispositivo de medición de acuerdo con la reivindicación 1.

Tal construcción es menos susceptible a los errores provocados por la radiación electromagnética dispersa.

40 Se apreciará que dos señales están en antifase entre sí cuando la diferencia de fase entre esas señales es π radianes, o 180°. Si las bobinas de los transformadores conectados al circuito de detección están en fase entre sí, cualquier señal de ruido creada en el circuito de detección como resultado de la radiación electromagnética dispersa se transmitirá a, y se medirá por, el circuito de medición debido a las capacitancias entre devanados de los transformadores. Sin embargo, asegurándose de que las respectivas bobinas de los transformadores que están conectados al circuito de detección estén en antifase entre sí, el efecto adverso de la radiación electromagnética dispersa se reduce o elimina, por ejemplo, ya que se corrige la fase de la señal a través de las capacidades entre devanados del transformador.

50 Por lo tanto, se apreciará que las bobinas pueden estar en antifase entre sí en virtud de la forma en que la bobina está conectada en el circuito de detección en relación con la conexión del transformador asociado al circuito de medición, o por la lateralidad relativa de las bobinas respectivas, o por la orientación física de un transformador en relación con el otro. Preferentemente, dichos transformadores primero y segundo son transformadores de devanado bifilar.

55 Esto reduce el coste del dispositivo.

El dispositivo de medición puede estar constituido por un sensor de nivel de líquido.

60 Los electrodos alargados pueden estar revestidos o rodeados por material eléctricamente aislante.

El circuito de medición puede proporcionar una medida del nivel de fluido en el que se sumergen los electrodos alargados del circuito de detección cuando el sensor está en uso, mediante la medición de la impedancia a través de dichos dos electrodos alargados sumergidos en el fluido.

65 A continuación se describirá con mayor detalle un ejemplo de un dispositivo de medición fabricado de acuerdo con la presente invención con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

la figura 1 es una vista en sección axial de un dispositivo de medición que incorpora la presente invención a modo de ejemplo, con el espesor de algunas partes exagerado en aras de la claridad;

la figura 2 muestra, a una escala diferente, una vista en sección transversal del dispositivo de medición mostrado en la figura 1 tomada en el plano indicado por la línea II-II de la figura 1;

la figura 3 muestra una vista en sección axial del dispositivo de medición que se muestra en las figuras 1 y 2 que tiene una parte ubicada en un tanque que contiene un líquido; y

la figura 4 es un diagrama de circuito de circuitería presente en el dispositivo de medición que se muestra en las figuras 1 y 2.

El dispositivo de medición 10 que se muestra en las figuras 1 y 2 comprende una varilla alargada eléctricamente aislante 12 hecha de fibra de vidrio. En esta realización la varilla es maciza en todo su interior. Esta tiene una sección transversal uniforme en toda su longitud. Su sección transversal es circular por lo que tiene una superficie exterior cilíndrica alargada 14.

Dos electrodos 16 y 18 delgados, alargados y eléctricamente conductores de lámina de cobre delgada están pegados a la superficie cilíndrica exterior 14 de la varilla 12 de modo que se extiendan a lo largo de esa superficie desde el extremo superior previsto 20 de la varilla 12 hasta el extremo inferior previsto 22. Ambos electrodos 16 y 18 tienen un ancho uniforme a lo largo de sus longitudes, tienen el mismo ancho entre sí, y están dispuestos separados entre sí y diametralmente opuestos entre sí con respecto a cualquier sección transversal dada de la varilla 12. Los dos electrodos 16 y 18 son generalmente paralelos entre sí. En cualquier sección transversal dada de la varilla 12, el ángulo subtendido por uno de los electrodos 16 o 18 desde el eje 24 de la varilla 12 es de aproximadamente 110°, de modo que el hueco entre los respectivos bordes adyacentes de los dos electrodos 16 y 18 es de aproximadamente 70° en cualquier sección transversal dada de la varilla 12.

La totalidad de la superficie cilíndrica exterior 14 de la varilla, así como su extremo inferior previsto 22, está encapsulada en un material plástico antiadherente eléctricamente aislante, en concreto, politetrafluoroetileno (Teflon®) en forma de revestimiento 26. Esto proporciona aislamiento entre los electrodos 16 y 18 incluso cuando estos últimos están sumergidos en un líquido eléctricamente conductor 46, de modo que el dispositivo de medición 10 sea eficaz incluso para tal líquido y reduzca aún más la probabilidad de que cualquier material se adhiera a la varilla 12 que daría una lectura errónea.

Adjunta al extremo superior previsto 20 de la varilla 12 hay una carcasa 28 que alberga circuitería 30 (mostrada en líneas discontinuas) conectada eléctricamente a ambos electrodos 16 y 18 y provista de conexiones de salida 32 y 34 (también mostradas en líneas discontinuas) a través de las cuales se genera una salida de señal eléctrica cuando el dispositivo de medición 10 está en uso para indicar el nivel de líquido 48 en el que está sumergida la varilla 12. Con este fin, la circuitería 30 está construida y/o programada para proporcionar tal señal de salida que es una medida del valor de la impedancia de los electrodos 16 y 18 junto con el líquido 46 dentro del cual están sumergidos. La manera en que se efectúa la medición de la impedancia usa una técnica de medición de impedancia.

En la figura 3 se muestra una forma en la que se puede utilizar el dispositivo de medición 10. Esto ilustra un tanque de residuos humanos 36 de una embarcación marina (no mostrada), teniendo el tanque 36 una entrada 38, una salida 40 y una salida de aire filtrado con carbón 42. El dispositivo de medición 10 cuelga de una pared superior 44 del tanque 36 de modo que su varilla 12 se extiende dentro del interior del tanque 36 en una posición generalmente vertical, con la carcasa 28 en la parte más superior y atornillada o conectada firmemente de otro modo a la pared superior 44. El tanque 36 contiene residuos humanos líquidos, también conocidos como aguas negras, 46. El nivel 48 de ese líquido lo indica el dispositivo de medición 10. Se pueden proporcionar más equipos de visualización (no mostrados), conectados a las conexiones de salida 32 y 34, para dar una indicación, ya sea a intervalos regulares o continuamente, del nivel de las aguas negras 46 en el tanque 36.

Los detalles de la circuitería 30 se muestran en la figura 4. Por lo tanto, la circuitería 30 comprende un circuito de medición 110 y un circuito de detección 112. Progresando desde el punto A en el circuito de medición 110, mostrado en esa figura, al punto B, dos resistencias 114 y 116 están conectadas en serie a una entrada positiva de un amplificador diferencial 118. Un condensador 120 conecta la entrada positiva del amplificador diferencial 118 a tierra.

Un condensador 122 está conectado entre un punto entre las dos resistencias 114 y 116 y una entrada negativa del amplificador diferencial 118, entrada negativa que también está conectada a una salida del amplificador diferencial 118. Una resistencia 124, un condensador 126 y una bobina 128 están conectados en serie en ese orden entre la salida del amplificador diferencial 118 y una primera bobina 132 de un transformador de polaridad sustractiva 134. El primer extremo de la bobina 132 está conectado a tierra a través de un condensador 130 y el otro extremo de la bobina 132 está conectado a tierra directamente. Un triac 138 está conectado a través de las salidas de la segunda bobina 136 del transformador 134. Un extremo de la bobina 136, correspondiente al extremo de la bobina 132 que está conectado directamente a tierra, está conectado al electrodo 16 a través de una bobina 140. Como se muestra en la figura 3, el electrodo 16, junto con el electrodo 18 en la varilla 12, se sumerge en un líquido eléctricamente conductor 46 cuya profundidad se va a medir, contenido en el tanque 36. El otro extremo de la segunda bobina 136 del transformador 134 está conectado al extremo de polaridad complementaria de una bobina 146 de un segundo transformador de polaridad sustractiva 148. Tres triacs, 150, 152 y 154, están conectados en serie entre sí entre un

punto del conductor que conecta las bobinas 132 y 146 y una tierra flotante. Un triac 156 está conectado a través de las salidas de la bobina 146 del transformador 148. El otro extremo de la bobina 146 del transformador 148 está conectado al electrodo 18 a través de una bobina 158. Un primer extremo de la bobina 164 del transformador 148 está conectado a tierra a través de un condensador 166 y una resistencia 168 en paralelo con el condensador 166. El primer extremo de la bobina 164 también está conectado a una entrada positiva de un amplificador diferencial 174 a través de una resistencia 170. Esa entrada positiva también está conectada a tierra a través de un condensador 172. El primer extremo de la bobina 164 también está conectado a un suministro eléctrico de 3,3 voltios a través de una resistencia 176. El segundo extremo de la bobina 164 del transformador 148 está conectado a la entrada negativa del amplificador diferencial 174 a través de una bobina 178, un condensador 180 y una resistencia 182 conectados en serie entre sí en ese orden. El segundo extremo de la bobina 164 del transformador 148 también está conectado a tierra a través de un condensador 184. Un punto del conductor entre el condensador 180 y la resistencia 182 está conectado a tierra a través del condensador 186. Un condensador 188 y una resistencia 190 están conectados en paralelo entre la entrada negativa del amplificador diferencial 174 y la salida del mismo. La salida de dicho amplificador diferencial 174 también está conectada a tierra (etiquetada como B) a través de una resistencia 192 y un condensador 194 conectados en serie entre sí.

Los valores de los diversos componentes eléctricos de la circuitería 30 se muestran en la figura 4.

Algunos o la mayoría de los componentes eléctricos ilustrados en la figura 4 pueden incorporarse dentro de un microchip.

A la salida del amplificador diferencial 174 se proporciona una medida de la impedancia de la combinación de los electrodos 16 y 18 y el líquido 46 en el que están sumergidos.

Cuando el dispositivo de medición está en uso, se aplica una señal de CA en el punto A a 480 kHz. Dicha señal se transmite a través del transformador 134, a través del electrodo 16, a través del líquido 46 cuya profundidad se va a medir, en el electrodo 18, a través del transformador 148 y los componentes en fase (magnitud) y cuadratura (fase) de la tensión y la corriente de la señal recibida se miden después del condensador diferencial 174. Los componentes de la tensión en fase, tensión en cuadratura, corriente en fase y corriente en cuadratura, pueden representarse como V_0 , V_{90} , I_0 , e I_{90} respectivamente.

La impedancia medida, Z_m , viene dada por la ecuación:

$$Z_m = V_0 + jV_{90} / I_0 + jI_{90}$$

La impedancia medida está relacionada con la capacitancia mediante la siguiente ecuación:

$$Z_m = 1 / j\omega C$$

donde ω es la frecuencia conocida, C es la capacitancia y j representa $\sqrt{-1}$.

La capacitancia de los electrodos 16 y 18 en el tanque cuando está vacío puede representarse como C_e y cuando está lleno, con sustancialmente la totalidad de la varilla 12 sumergida en las aguas negras, como C_f . C_e y C_f diferirán porque parte del campo electrostático generado entre los electrodos 16 y 18 en virtud de una diferencia de potencial eléctrico entre esos electrodos se extiende hacia ubicaciones que están fuera de la varilla, de modo que la presencia o ausencia de material, y la constante dieléctrica de ese material, afectará al valor de la capacitancia de los electrodos 16 y 18. La capacitancia medida C_m entonces viene dada por la ecuación:

$$C_m = C_f \cdot (d/l) + C_e \cdot ((l-d)/l)$$

en la que 1 es la longitud conocida de la varilla 12, y d es la profundidad a la que se sumerge la varilla 12 en las aguas negras 46, siendo la profundidad de las aguas negras 46 en el tanque 36 menos la distancia entre el extremo inferior 22 de la varilla 12 y la superficie interior de la pared inferior 50 del tanque 36.

La ecuación anterior produce la profundidad d como:

$$d = 1 \cdot (C_m - C_e) / (C_f - C_e)$$

C_e y C_f se pueden determinar durante un ejercicio de calibración en el momento de la instalación, después de lo cual el valor de C_m está determinado por la circuitería eléctrica 30 y con el conocimiento de la distancia fija 1 puede proporcionar una indicación de la profundidad d.

Al lector se le pueden ocurrir numerosas variaciones y modificaciones al dispositivo de medición 10 ilustrado sin que la construcción resultante quede fuera del alcance de la presente invención.

ES 2 905 364 T3

Por ejemplo, las bobinas 136 y 146 de los transformadores 134 y 148 conectados al circuito de detección 112 pueden colocarse en antifase entre sí en virtud de su lateralidad relativa entre sí o su orientación física relativa entre sí.

- 5 La varilla 12 puede ser un cilindro hueco, o los electrodos 16 y 18 podrían extenderse a través del interior de la varilla 12 siempre que tengan al menos porciones a lo largo de la superficie cilíndrica alargada exterior 14, incluso si esas porciones están un poco por debajo de esa superficie. Los dos electrodos 16 y 18 podrían serpentear, siempre que el espacio entre ellos sea uniforme a lo largo de la longitud de la varilla 12.
- 10 La longitud de la varilla 12 puede estar en la región de 20 cm a 3 metros, y su diámetro en sección transversal puede estar en la región de 5 mm a 5 cm.

El ángulo subtendido por uno de los electrodos 16 o 18 puede ser mayor o menor de 110° . Puede ser hasta un valor apenas inferior a 180° , de modo que los electrodos 16 y 18 casi, pero no del todo, se tocan unos a otros.

- 15 Los electrodos 16 y 18 pueden estar hechos de un material eléctricamente conductor que no sea cobre.

- 20 La varilla 12 puede estar hecha de fibra de carbono en lugar de fibra de vidrio, o incluso de cualquier material eléctricamente aislante. Incluso puede estar hecha de un material eléctricamente conductor, siempre que haya material eléctricamente aislante entre esta y los electrodos 16 y 18, de tal manera que, con tal material eléctricamente aislante, incluso se puede usar una varilla eléctricamente conductora para proporcionar un soporte eléctricamente aislante.

- 25 Se pueden proporcionar más de dos electrodos. Por ejemplo, se pueden proporcionar cuatro o seis o más, espaciados entre sí alrededor de la varilla 12, estando conectados entre sí eléctricamente electrodos alternos para formar dos masas eléctricamente separadas de material eléctricamente conductor cuyos elementos se entrelazan.

REIVINDICACIONES

1. Un dispositivo de medición (10) que comprende un circuito (30) que comprende un circuito de medición (110) y un circuito de detección (112), teniendo el circuito (30) un primer y un segundo transformador (134, 148), estando conectado el circuito de medición (110) a través del circuito de detección (112), siendo el circuito de detección (112) flotante y estando completamente aislado y comprendiendo dos electrodos alargados (16 y 18) que están separados entre sí uniformemente a lo largo de sus longitudes y estando conectado el circuito de medición al circuito de detección a través del primer y segundo transformador para medir la impedancia a través de los dos electrodos (16 y 18), en el que una bobina (136) de dicho primer transformador (134) que está conectado al circuito de detección (112) está conectada u orientada de manera opuesta o entregada a una bobina (146) de dicho segundo transformador (148) que está conectado al circuito de detección (112), por lo que cualquier señal generada en una de esas bobinas (136) provocada por un cambio en cualquier campo magnético externo relativo al circuito de detección (112) está en antifase con la señal correspondiente generada en la otra de esas bobinas (146), en donde uno (16) de dichos dos electrodos alargados (16 y 18) del circuito de detección (112) está conectado a la bobina (136) de solo el primer transformador (134) que está conectado al circuito de detección (112), **caracterizado por que** el otro (18) de dichos dos electrodos alargados (16 y 18) del circuito de detección (112) está conectado a la bobina (146) de solo dicho segundo transformador (148) que está conectado al circuito de detección (112).
2. El dispositivo de medición (10) de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por que** dichos transformadores primero y segundo (134, 148) son transformadores de devanado bifilar.
3. El dispositivo de medición (10) de acuerdo con la reivindicación 1 o la reivindicación 2, **caracterizado por que** los electrodos alargados (16, 18) están revestidos o rodeados por material eléctricamente aislante.
4. El dispositivo de medición (10) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** el circuito de medición (110) proporciona una medida del nivel de fluido en el que se sumergen los electrodos alargados (16, 18) del circuito de detección (112) cuando el dispositivo (10) está en uso, mediante la medición de la impedancia a través de dichos dos electrodos alargados (16, 18) sumergidos en el fluido.
5. Un sensor de nivel de líquido que comprende el dispositivo de medición (10) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores.

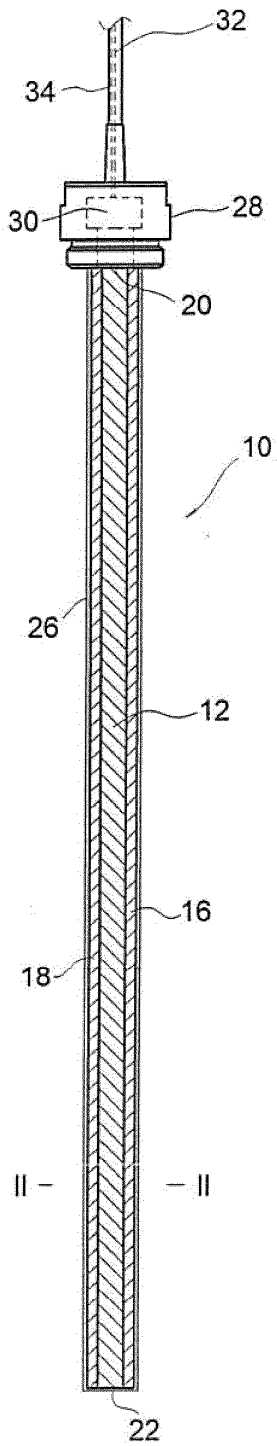


Fig. 1

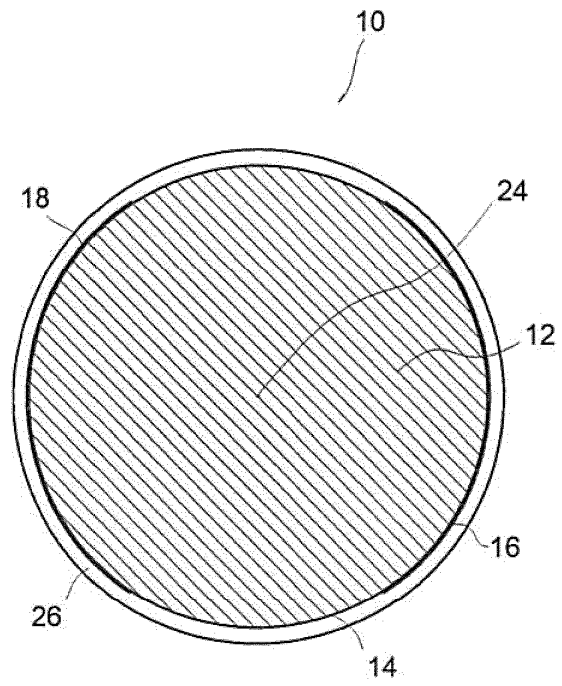


Fig. 2

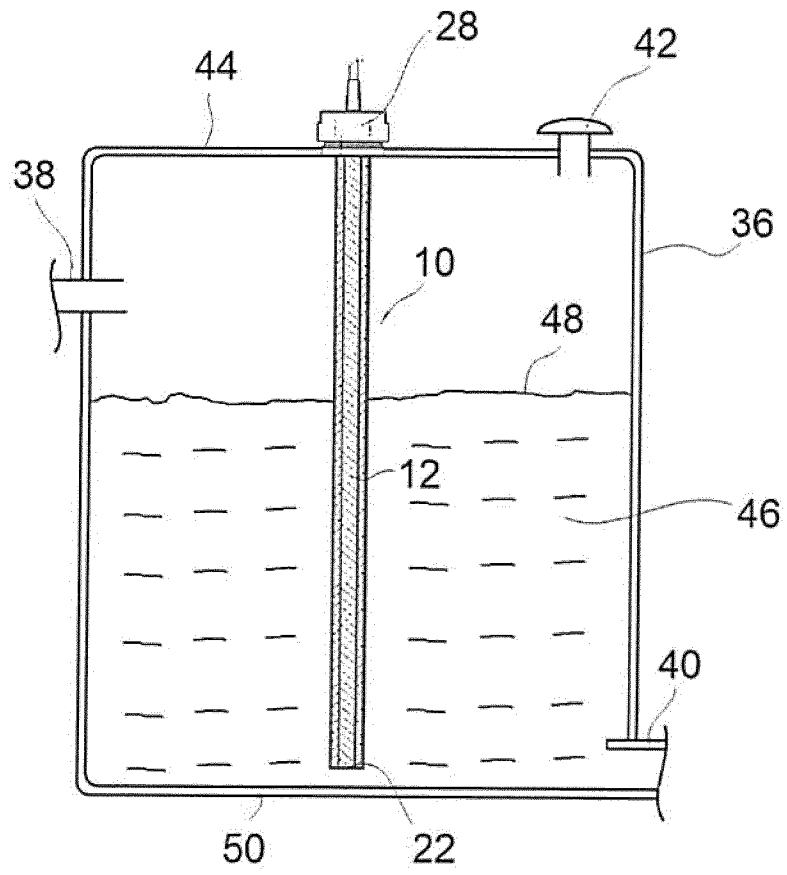


Fig. 3

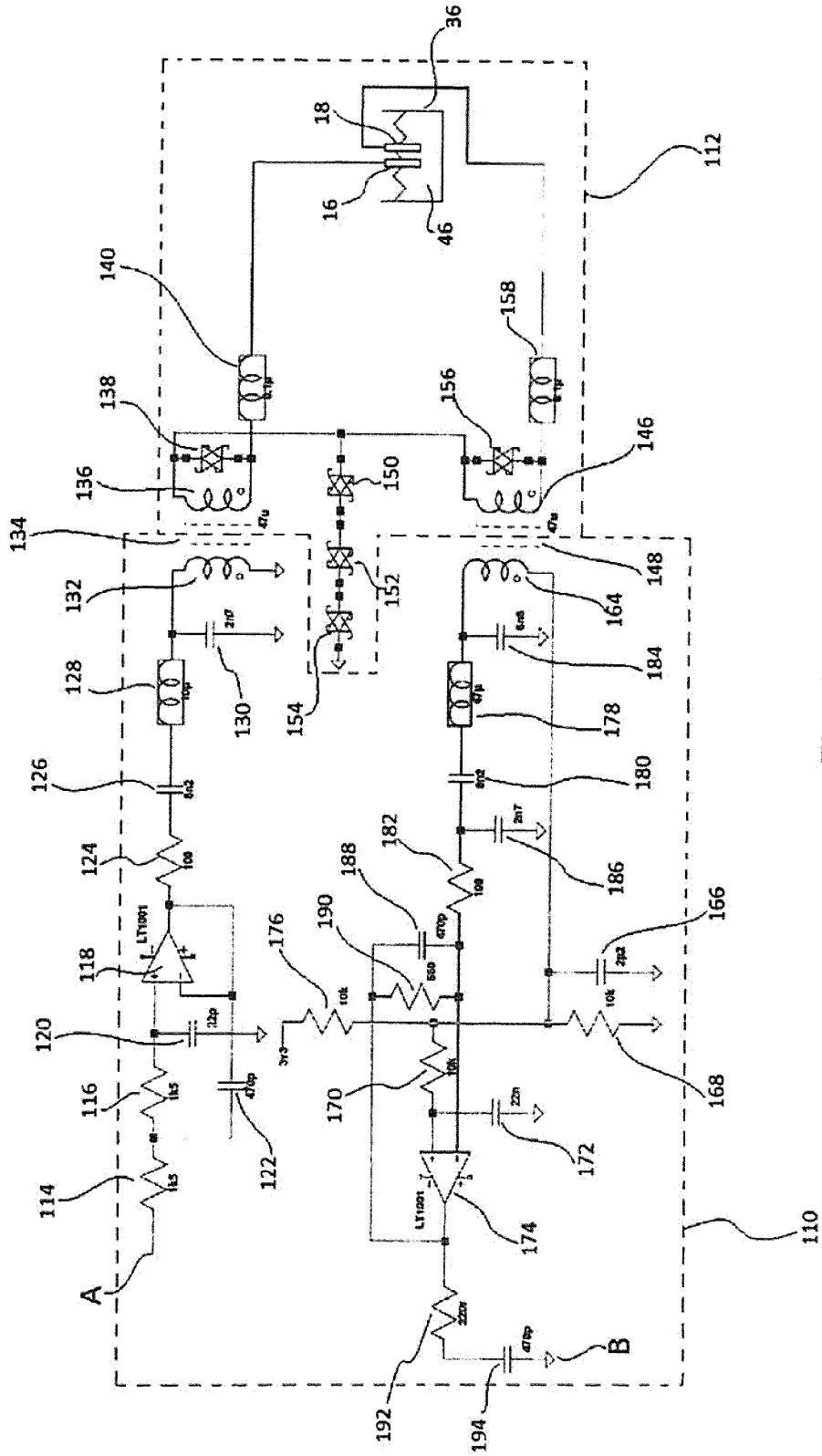


Fig. 4