



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



⑪ Número de publicación: **2 325 673**

⑫ Número de solicitud: 200800749

⑮ Int. Cl.:
G01R 27/22 (2006.01)
G01N 27/07 (2006.01)

⑫

SOLICITUD DE PATENTE

A1

⑫ Fecha de presentación: **10.03.2008**

⑬ Fecha de publicación de la solicitud: **11.09.2009**

⑭ Fecha de publicación del folleto de la solicitud:
11.09.2009

⑰ Solicitante/s: **Universidad de Sevilla**
OTRI-Pabellón de Brasil
Paseo de las Delicias, s/n
41013 Sevilla, ES

⑱ Inventor/es: **Medrano Muñoz, Manuel;**
Pérez Izquierdo, Alberto Tomás y
Soria del Hoyo, Carlos

⑳ Agente: **No consta**

② Título: **Dispositivo y método para la medida de la conductividad eléctrica de líquidos altamente aislantes.**

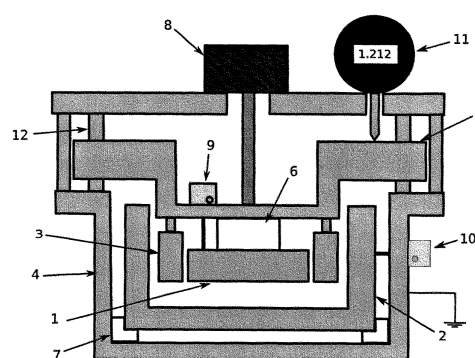
③ Resumen:

Dispositivo y método para la medida de la conductividad eléctrica de líquidos altamente aislantes.

La presente invención tiene por objeto un dispositivo y un método para medir la conductividad eléctrica de líquidos altamente aislantes. El dispositivo comprende un electrodo superior desplazable verticalmente y dividido en dos regiones aisladas eléctricamente, guiado por una estructura mecánica que asegura el paralelismo y movido por un motor que permite variar controladamente la distancia entre electrodos, y un electrodo inferior con forma de vasija que contiene la muestra de líquido. El método propuesto se caracteriza por aplicar diferencias de potencial para un espaciado fijo entre los electrodos, aplicando cada valor de la diferencia de potencial hasta alcanzar el estado estacionario en cada período y medir las corrientes eléctricas producidas en estado estacionario.

La presente invención tiene su aplicación en la industria química para controlar la pureza de líquidos aislantes o para controlar la estabilidad de suspensiones coloidales de gran aplicación (por ejemplo, pinturas o tintas de impresión).

También es necesaria en el control de la conductividad de combustibles de avión para evitar la aparición de elevados voltajes durante su flujo.



ES 2 325 673 A1

DESCRIPCIÓN

Dispositivo y método para la medida de la conductividad eléctrica de líquidos altamente aislantes.

5 **Objeto de la invención**

La presente invención tiene por objeto un dispositivo y un método para medir la conductividad eléctrica de líquidos altamente aislantes. El dispositivo comprende un electrodo superior desplazable verticalmente y dividido en dos regiones aisladas eléctricamente, guiado por una estructura mecánica que asegura el paralelismo y movido por un motor que permite variar controladamente la distancia entre electrodos, y un electrodo inferior con forma de vasija que contiene la muestra de líquido. El método propuesto se caracteriza por aplicar diferencias de potencial para un espaciado fijo entre los electrodos, aplicando cada valor de la diferencia de potencial hasta alcanzar el estado estacionario en cada período y medir las corrientes eléctricas producidas en estado estacionario.

La presente invención tiene su aplicación en la industria química para controlar la pureza de líquidos aislantes o para controlar la estabilidad de suspensiones coloidales de gran aplicación (por ejemplo, pinturas o tintas de impresión). También es necesaria en el control de la conductividad de combustibles de avión para evitar la aparición de elevados voltajes durante su flujo.

20 **Estado de la técnica**

Se define la conductividad eléctrica como la constante de proporcionalidad entre el campo eléctrico y la densidad de corriente eléctrica. El medio que satisface tal proporcionalidad se denomina *óhmico*. Los medios considerados normalmente conductores de la electricidad, tales como los metales o las disoluciones electrolíticas, transportan corrientes relativamente elevadas ante campos eléctricos relativamente pequeños. Tal corriente eléctrica es causada por el arrastre que el campo eléctrico realiza sobre los portadores de carga presente en el volumen, electrones en el caso de los metales o iones en el de las disoluciones electrolíticas. Estos líquidos suelen presentar un comportamiento claramente óhmico y, como consecuencia de la facilidad con la que conducen la corriente, el campo eléctrico en su interior tiene un valor normalmente pequeño. En el caso de los dieléctricos líquidos los portadores de carga en el volumen son relativamente escasos y el campo eléctrico en su seno puede alcanzar valores elevados. Los portadores de carga en líquidos aislantes son resultado de la ionización de impurezas o de las propias moléculas del líquido siendo su concentración resultado de un equilibrio químico. Estos portadores producen una conducción óhmica siempre que el campo eléctrico aplicado no sea tan intenso que altere el equilibrio químico (véase [1] para una revisión de la conducción en dieléctricos líquidos). Por otra parte, los elevados campos eléctrico que pueden soportar estos líquidos dan lugar a fenómenos adicionales, tales como la inyección de carga en los electrodos o la generación de movimientos en el fluido (flujos electrodinámicos). Adicionalmente deben tenerse en cuenta la presencia de capas de iones en las proximidades de los electrodos (polarización de los electrodos). Estas capas se dan también en el caso de líquidos conductores, pero su extensión hacia el seno del líquido es mucho mayor en el caso de los dieléctricos.

Los aparatos que miden resistencia eléctrica en sólidos no son adecuados para la medida en líquidos. La inmensa mayoría de los dispositivos propuestos para la medida de conductividades de líquidos están diseñados para líquidos de relativamente alta conductividad, especialmente agua o disoluciones acuosas. Para evitar la corrosión de los electrodos suelen funcionar con corriente alterna y para minimizar el efecto de la polarización de los electrodos suelen contar con sistemas de cuatro electrodos, dos excitadores y dos de medida (casos representativos son las patentes [2], [3] y [4]). En el caso de líquidos muy aislantes el uso de corriente alterna, aunque posible, no es ventajoso puesto que la corriente capacitiva supera en mucho a la corriente de conducción que se desea medir, en factores de 10^6 a 10^7 para una frecuencia de 50 Hz.

Existen también aparatos específicamente diseñados para medir la conductividad de líquidos dieléctricos entre los que cabe destacar el de Hilaire *et al* [5]. Las patentes de Scozzari [6] y Beijik [7] se basan en métodos similares, aunque no se afirma en ellas que sean específicas para líquidos dieléctricos. Estos dispositivos aplican un señal periódica cuadrada o trapezoidal y analizan la corriente transitoria producida tomando medidas bien en determinados instantes considerados determinantes según algún modelo teórico ([5] y [7]) o bien tomando la intensidad de corriente en varios instantes y ajustándola a una expresión teórica [6].

El dispositivo y método propuestos en la presente solicitud de patente son adecuados para la medida de conductividades de líquidos aislantes gracias a las pequeñas diferencias de potencial aplicadas que impiden la aparición de los fenómenos enumerados anteriormente. Realiza medidas en estado estacionario a potenciales lo suficientemente pequeños como para no alterar el equilibrio termodinámico del líquido de modo que no requiere hipótesis para seleccionar un momento u otro de un transitorio. Además, al no realizar hipótesis, permite medidas significativas en regímenes óhmicos o no óhmicos. Para ello, sigue un protocolo que incluye la variación de la distancia entre electrodos, recurso no explotado en invenciones previas.

[1] M. Hilaire, C. Marteau, R. Tobazeon, *IEEE Trans. Electr. Insul.* (73), 779-787, 1988.

[2] Goldsmith Herbert, *Self alarming four double electrodes conductivity cell*, US4365200, 1982.

[3] Alex D. **Colvin**, James W. **Butler**, *Instrument for on-line measurement of the absolute electrical conductivity of a liquid*, US4751466, 1988.

[4] Norbert **Kordas**, *Integrable conductivity measuring device*, US5543717, 1996.

[5] M. **Hilaire**, C. **Marteau**, R. **Tobazeon**, *Procédé et dispositif de mesure de résistivité, notamment pour liquides diélectriques de résistivité très élevée*, FR2581196, 1985.

[6] A. **Scozzari**, *Method and device for liquid conductivity measurement*, WO2007010320, 2007.

[7] J. M. **Beijk**, *Method and device for measuring the conductivity of a liquid, with which the influence of polarisation is counteracted*, EP0288099, 1988.

Descripción de las figuras

Figura 1.- Esquema de la celda de medida.

- 1) electrodo superior de medida,
- 2) electrodo inferior en forma de vasija,
- 3) electrodo de guarda,
- 4) estructura externa,
- 5) bloque deslizante,
- 6) y 7) bloques de material dieléctrico,
- 8) motor paso a paso,
- 9) conexión de medida,
- 10) conexión para el electrodo inferior,
- 11) micrómetro digital,
- 12) ejes fijos a la estructura externa.

Figura 2.- Esquema del montaje que se compone de la celda de medida, amperímetro, motor y controladora, generador de funciones y un ordenador de control.

Descripción de la invención

La presente invención tiene por objeto un dispositivo y un método para medir la conductividad eléctrica de líquidos altamente aislantes. El dispositivo comprende dos electrodos planos paralelos de separación controlable.

El electrodo superior es desplazable verticalmente y está dividido en dos regiones aisladas eléctricamente: una región central y otra periférica que hace de electrodo de guarda. Está guiado por una estructura mecánica que asegura el paralelismo y movido por un motor que permite variar controladamente la distancia entre electrodos. El electrodo superior está unido a un sistema de deslizamiento vertical, que permita el desplazamiento manteniendo el paralelismo entre electrodos. Cuanto más estricta sea la tolerancia mecánica de este desplazamiento menor será la incertidumbre de las medidas. El electrodo de guarda puede ir unido directamente al sistema de deslizamiento, mientras que el electrodo central debe ir unido por medio de un bloque de material dieléctrico que lo aisle eléctricamente.

El electrodo inferior tiene forma de vasija con el objeto de contener la muestra de líquido.

El sistema de deslizamiento se desplaza controladamente por medio de un motor unido a una estructura externa de la que forma parte y que contiene también a los electrodos, sirviendo tanto de soporte mecánico del dispositivo como de blindaje electromagnético, por lo que debe conectarse a masa. El electrodo inferior reposa sobre esta estructura a través de un bloque de material aislante.

Por seguridad y simplicidad en el diseño, el potencial eléctrico se aplica al electrodo inferior mientras que el superior se coloca a masa.

El área de los electrodos debe ser lo suficientemente grande como para proporcionar valores medibles de la intensidad de corriente con potenciales aplicados necesarios para obtener condiciones de conductividad óhmica en dieléctricos líquidos (del orden de $10^{-12} \Omega^{-1} m^{-1}$).

El sistema de deslizamiento y el electrodo superior deben permitir el acceso del líquido al electrodo inferior y permitir la limpieza de los electrodos, puesto que pequeñas cantidades de contaminantes falsean totalmente la medida de la conductividad. Los electrodos y las piezas eléctricas de soporte deben ser químicamente compatibles con las muestras a medir, principalmente líquidos orgánicos. Por tanto, deben evitarse tanto materiales porosos que pudiesen contaminarse como plásticos solubles en hidrocarburos.

El líquido sólo entra en contacto con el material del que están hechos los electrodos, lo que evita la contaminación.

El electrodo superior recibe un potencial dado por el protocolo de medida mientras que el electrodo inferior está conectado eléctricamente a masa.

El electrodo superior se une al mecanismo de guiado mecánico mediante un bloque dieléctrico que asegura el aislamiento eléctrico del electrodo de medida de cualquier otra parte conductora de electricidad del dispositivo.

El dispositivo y métodos propuestos en la presente solicitud, son adecuados para la medida de conductividades de líquidos aislantes gracias a su sensibilidad y a las pequeñas diferencias de potencial aplicadas. Realiza medidas en estado estacionario a potenciales lo suficientemente pequeños como para no alterar el equilibrio termodinámico del líquido de modo que no requiere hipótesis para seleccionar un momento u otro de un transitorio. Realiza un protocolo de variación de la distancia entre electrodos, recurso no explotado en invenciones previas, el cual permite determinar si existe un régimen óhmico. En caso de que exista, encuentra el valor de la conductividad por ajuste de la resistencia de la celda frente al espaciado entre electrodos.

El método propuesto es capaz de distinguir la conductividad óhmica de otros procesos que pueden darse en el seno del líquido ó en la interfaz líquido-electrodo. La conductividad eléctrica es un parámetro básico cuyo control es esencial en multitud de procesos.

El protocolo de medida debe aplicar varios valores de la diferencia de potencial. Estos valores deben ser como máximo del orden de varios voltios, para no alterar el equilibrio termodinámico del líquido. Además, la aplicación de cada uno de los valores de la diferencia de potencial debe prolongarse lo suficiente para superar el transitorio alcanzando un estado estacionario. La duración del transitorio depende de la conductividad del líquido. El ajuste de la intensidad de corriente frente al potencial aplicado proporciona un valor de la resistencia. El conjunto de valores de potencial debe repetirse para varios valores del espaciado. El ajuste de los valores de la resistencia para distintos espaciados frente a la distancia entre electrodos proporciona un valor de la conductividad en el caso en que la resistencia se comporte linealmente con la distancia.

El método se caracteriza por aplicar diferencias de potencial para un espaciado fijo entre los electrodos, aplicando cada valor de la diferencia de potencial hasta alcanzar el estado estacionario en cada período y medir las corrientes eléctricas producidas en estado estacionario. El valor de los potenciales aplicados, del orden de varios voltios, es lo suficientemente pequeño para no alterar el equilibrio termodinámico del líquido. Mediante ajuste a este conjunto de medidas se obtiene un valor de la resistencia para un valor del espaciado. Realizando medidas a diferentes espaciados entre electrodos, se obtienen un conjunto de valores de la resistencia para distintos espaciados. Del ajuste lineal de los valores de la resistencia frente al espaciado se extrae el valor de la conductividad eléctrica del líquido. En caso contrario, si el ajuste no es aplicable, el líquido no se encuentra en régimen óhmico y no tiene sentido hablar de la conductividad.

El control de la conductividad en líquidos aislantes es esencial en multitud de aplicaciones, bien para aumentarla o para disminuirla. Así, los combustibles de avión deben tener una conductividad mínima para impedir la aparición de elevados voltajes durante su flujo y son supervisados y normalizados. Por otra parte, se utilizan líquidos dieléctricos como aislantes en electrotecnia, especialmente el aceite de transformador que se utiliza como dieléctrico y refrigerante.

La conductividad es, además, una medida de gran sensibilidad de la pureza de líquidos aislantes, puesto que varía incluso órdenes de magnitud por la presencia de impurezas ionizadas. Es también clave en la estabilidad de suspensiones coloidales de gran aplicación, tales como pinturas o tintas de impresión.

La conductividad eléctrica de líquidos aislantes es un parámetro fundamental cuya monitorización es esencial en multitud de actividades. Por tanto, la presente invención tiene su aplicación en la industria química para controlar la pureza de líquidos aislantes o para controlar la estabilidad de suspensiones coloidales de gran aplicación (por ejemplo, pinturas o tintas de impresión). También es necesario controlar la conductividad de combustibles de avión para evitar la aparición de elevados voltajes durante su flujo.

Modo de realización de la invención

Se ha realizado en laboratorio un prototipo. Este prototipo ha sido realizado en acero inoxidable y como elementos aislantes se han usado piezas de teflón.

El radio de los electrodos ha sido elegido para obtener intensidades de corriente del orden del pico amperio para espaciados entre electrodos del orden del milímetro y conductividades típicas de líquidos dieléctricos. Se ha elegido un

ES 2 325 673 A1

radio de 3 cm. para el electrodo interno. El diámetro del electrodo de guarda ha sido optimizado mediante simulación numérica.

5 El mecanismo de desplazamiento se desliza a lo largo de tres ejes de precisión embutidos en la carcasa externa. Tres rodamientos lineales de precisión engranan el sistema deslizante con los ejes.

10 El sistema deslizante es movido gracias a un motor paso a paso fijo a la tapa superior de la estructura externa. La distancia entre placas es monitorizada por un micrómetro digital de precisión fijo a la tapa de la carcasa externa cuyo palpador toca al sistema deslizante.

15 El sistema deslizante se compone de una plataforma a la cual van unidos los rodamientos lineales y en la que se encuentran las conexiones eléctricas y la pieza de unión con el motor. El electrodo de guarda va unido directamente a esta plataforma con tornillos mientras que el electrodo de medida va anclado a la plataforma por medio de un bloque de teflón.

20 El sistema es controlado por un ordenador equipado con una tarjeta GPIB. La intensidad de corriente es medida mediante un electrómetro de precisión y la diferencia de potencial es impuesta mediante un generador de onda arbitraria. El motor es controlado mediante la salida digital de una tarjeta de adquisición de datos.

25 El protocolo de medida es gobernado por una rutina informática que aplica un potencial escalonado con potenciales positivos y negativos. La serie de potenciales se aplica para distintas distancias entre los electrodos, obteniendo características intensidad de corriente-diferencia de potencial para varias distancias entre electrodos. De cada una de estas características se extrae un valor de la resistencia. Los valores de resistencia resultantes de varias series se ajustan frente a la distancia. Si el ajuste lineal resulta preciso se extrae de él la conductividad óhmica del líquido. En caso contrario, el líquido no se encuentra en régimen óhmico y no tiene sentido hablar de la conductividad, pudiéndose proporcionar solamente una cota superior.

30

35

40

45

50

55

60

65

REIVINDICACIONES

5 1. Dispositivo para la medida de la conductividad eléctrica de líquidos altamente aislantes **caracterizado** porque consiste en una estructura externa que comprende dos electrodos planos, uno superior unido a un sistema de deslizamiento que asegura el paralelismo movido por un motor que permite controlar la distancia entre electrodos y un electrodo inferior con forma de vasija que contiene la muestra de líquido a medir.

10 2. Dispositivo para la medida de la conductividad eléctrica de líquidos altamente aislantes según reivindicación 1, **caracterizado** porque el electrodo superior contiene un electrodo de guarda unido directamente al sistema de deslizamiento y un electrodo central unido al sistema de deslizamiento por un bloque de material dieléctrico que lo aísla eléctricamente.

15 3. Dispositivo para la medida de la conductividad eléctrica de líquidos altamente aislantes según reivindicaciones 1 y 2, **caracterizado** porque el electrodo inferior está unido a la estructura externa por un bloque de material aislante.

20 4. Dispositivo para la medida de la conductividad eléctrica de líquidos altamente aislantes según reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado** porque el electrodo inferior está conectado a masa y el potencial eléctrico se aplica al electrodo superior.

25 5. Método para la medida de la conductividad eléctrica de líquidos altamente aislantes utilizando el dispositivo descrito en las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado** porque consiste en aplicar diferencias de potencial hasta alcanzar un estado estacionario para diferentes espaciados entre electrodos y realizar medidas de la resistencia para los distintos valores del espaciado para obtener medidas de la conductividad óhmica, cuando el ajuste es lineal.

30

35

40

45

50

55

60

65

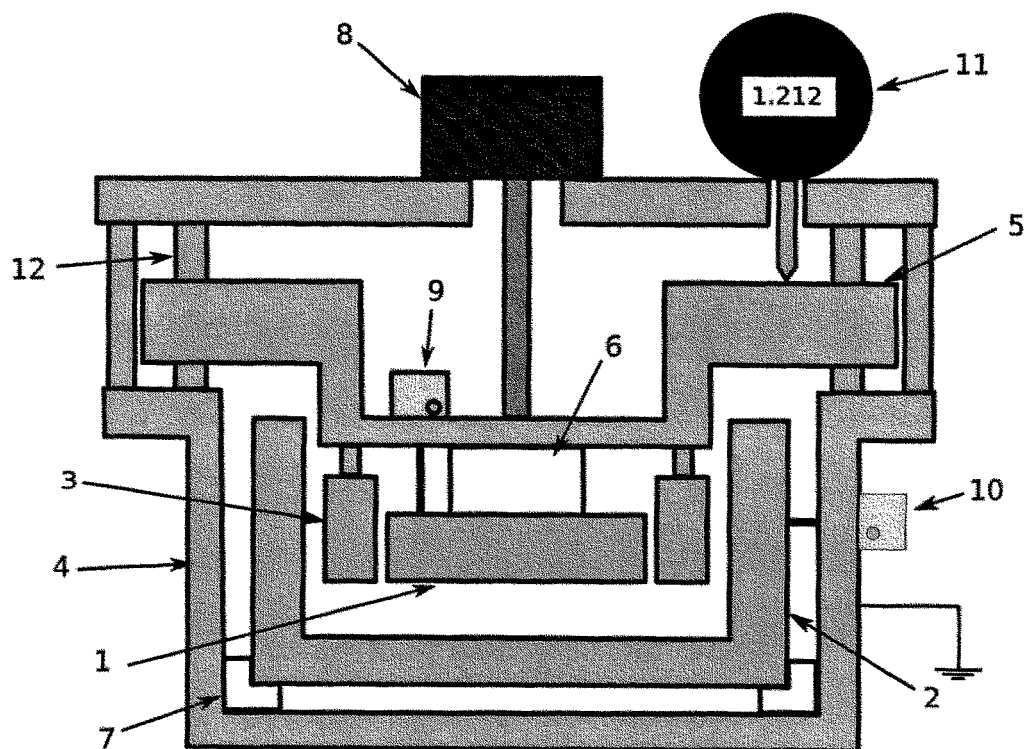


Figura 1

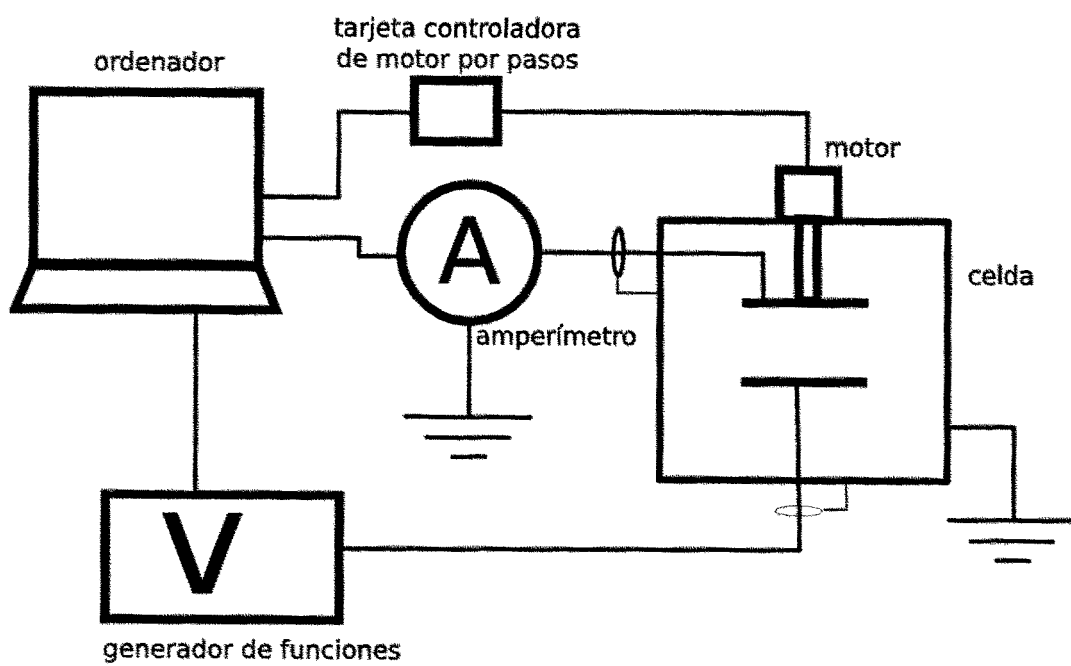


Figura 2



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

⑪ ES 2 325 673

⑫ Nº de solicitud: 200800749

⑬ Fecha de presentación de la solicitud: 10.03.2008

⑭ Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TÉCNICA

⑮ Int. Cl.: **G01R 27/22** (2006.01)
G01N 27/07 (2006.01)

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑯ Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
X	GB 982290 A (WAYNE KERR LAB LTD; RAYMOND CALVERT; MAUREEN ESME HOWELL) 03.02.1965, todo el documento.	1,5
Y		2-4
Y	US 5874832 A (GABELICH et al.) 23.02.1999, columna 8, línea 64 - columna 9, línea 20; columna 10, líneas 26-66; figuras 3,5-8.	2-4
A	US 5389884 A (NAKAMURA et al.) 14.02.1995, columna 1, líneas 50-54; figura 1; reivindicaciones 4-5.	1,3,4

Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia

Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría

A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita

P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud

E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

El presente informe ha sido realizado

☒ para todas las reivindicaciones

☐ para las reivindicaciones nº:

Fecha de realización del informe
22.07.2009

Examinador
E. Pina Martínez

Página
1/4

Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación)

G01R, G01N

Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados)

INVENES, EPODOC, WPI

Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 22.07.2009

Declaración

Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)	Reivindicaciones	1-5	SÍ
	Reivindicaciones		NO
Actividad inventiva (Art. 8.1 LP 11/1986)	Reivindicaciones		SÍ
	Reivindicaciones	1-5	NO

Se considera que la solicitud cumple con el requisito de **aplicación industrial**. Este requisito fue evaluado durante la fase de examen formal y técnico de la solicitud (Artículo 31.2 Ley 11/1986).

Base de la Opinión:

La presente opinión se ha realizado sobre la base de la solicitud de patente tal y como ha sido publicada.

1. Documentos considerados:

A continuación se relacionan los documentos pertenecientes al estado de la técnica tomados en consideración para la realización de esta opinión.

Documento	Número Publicación o Identificación	Fecha Publicación
D01	GB 982290 A	03-02-1965
D02	US 5874832 A	23-02-1999

2. Declaración motivada según los artículos 29.6 y 29.7 del Reglamento de ejecución de la Ley 11/1986, de 20 de marzo, de patentes sobre la novedad y la actividad inventiva; citas y explicaciones en apoyo de esta declaración

Se considera D01 el documento del estado de la técnica más próximo al objeto reivindicado. Este documento, en combinación con el documento D02, podría afectar a la actividad inventiva de todas las reivindicaciones tal y como se explica a continuación.

Reivindicación 1

Siguiendo la redacción de la reivindicación 1, el documento D01 describe lo siguiente (las referencias entre paréntesis se refieren a D01):

Dispositivo para la medida de la conductividad eléctrica de líquidos que consiste en una estructura externa (10) que comprende dos electrodos planos (12,14), uno de ellos unido a un sistema de deslizamiento (15) que asegura el paralelismo movido por un motor (16) que permite controlar la distancia entre electrodos

Las pequeñas diferencias observadas entre lo descrito en D01 y el contenido de la reivindicación 1, tales como la forma de vasija del electrodo inferior, son consideradas meras opciones de diseño que no supondrían el ejercicio de un esfuerzo inventivo por parte de un experto en la materia.

Por tanto, la reivindicación independiente de dispositivo no satisfaría el requisito de actividad inventiva según el Art. 8 LP.

Reivindicaciones 2-4

En el dispositivo descrito en D01 no se encuentran todas las características estructurales que se reivindican en las reivindicaciones 2 -4, referidas a la disposición y conexión de los electrodos, a los electrodos de guarda y a los elementos dieléctricos aislantes.

No obstante, encontramos una estructura similar en el documento D02 en el que se describe un aparato para medir la constante dieléctrica de un material en una muestra situada entre un electrodo inferior (18) y otro superior (10). El electrodo superior está formado por un electrodo central rodeado por un electrodo de guarda (14) unido este último a un sistema de desplazamiento lateral (68) sobre la muestra. El electrodo inferior (18) está unido a la estructura externa (44) por un bloque de material aislante (50) (las referencias anteriores se refieren a D02).

El experto en la materia, enfrentado al problema de mejorar el aislamiento eléctrico de los electrodos, utilizaría las enseñanzas del documento D02 para modificar el dispositivo de D01 de tal modo que llegaría de una manera evidente y sin esfuerzo inventivo a la solución definida en las reivindicaciones 2 y 3.

En cuanto a la reivindicación 4, referida a la conexión de los electrodos, se trata de una alternativa de conexión evidente.

Por tanto, las reivindicaciones dependientes de dispositivo no satisfarían el requisito de actividad inventiva según el Art. 8 LP.

Reivindicación 5

El método reivindicado se deriva de forma evidente del documento D01 en el que el dispositivo descrito permite la medida de la conductividad en función de la distancia entre electrodos. Las etapas reivindicadas son etapas conocidas y comunes en el estado de la técnica relacionado.

Por tanto la reivindicación independiente de método no satisfaría el requisito de actividad inventiva según el Art. 8 LP.

En conclusión, y a la vista del estado de la técnica anterior recuperado, la solicitud no satisfaría los requisitos de patentabilidad establecidos en el Art. 4.1 LP.