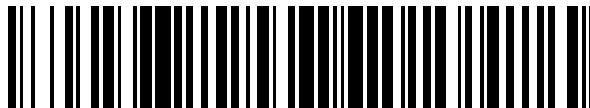


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 755 779**

51 Int. Cl.:

H01M 8/241 (2006.01)

H01M 8/248 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **18.04.2011 PCT/GB2011/050759**

87 Fecha y número de publicación internacional: **20.10.2011 WO11128705**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.04.2011 E 11716018 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.08.2019 EP 2559093**

54 Título: **Pila de celdas electroquímicas**

30 Prioridad:

16.04.2010 GB 201006403

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

23.04.2020

73 Titular/es:

**ITM POWER (RESEARCH) LIMITED (100.0%)
22 Atlas Way Sheffield
South Yorkshire S4 7QQ, GB**

72 Inventor/es:

MARCHAL, FREDERIC ANDRE

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 755 779 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

Pila de celdas electroquímicas

Campo de la invención

La presente invención se refiere a una disposición de pila para celdas electroquímicas.

5 Antecedentes de la invención

En las pilas de celdas electroquímicas convencionales, las celdas comprenden un montaje de electrodo de membrana emparedado entre placas bipolares. Las placas actúan habitualmente como colector de corriente, y el electrodo o las "estructuras de relleno" constituyen los campos de flujo. Es necesario que los diferentes elementos de la celda sean mantenidos juntos en la pila, y que se aplique presión. Esto se consigue convencionalmente mediante el uso de barras de refuerzo alrededor de la periferia de la celda, dispuestas axialmente.

10 Cuando la celda se sella mediante el uso de barras de refuerzo, a veces puede ser difícil asegurar que se aplique una presión uniforme al área activa entera (es decir, el montaje de electrodos de membrana) de la celda. Otro problema con esta disposición es que, aunque hay un buen grado de presión alrededor de la periferia de la celda, el centro de la celda, es decir, donde no están posicionadas las barras de refuerzo, a veces puede doblarse hacia fuera y perder presión. También, cuando las celdas necesitan ser revisadas, el procedimiento de retirar las barras de refuerzo y los numerosos componentes con carga de resorte es laborioso.

15 A veces se encuentran elementos elastoméricos comprimidos entre la placa terminal y las celdas en cada extremidad. La uniformidad de la presión es abordada mejor por este tipo de celda, pero es una presión permanente que está aplicada. Esto es inflexible e incontrolable de otro modo que no sea reemplazando la pieza o miembro. Este es un problema porque la magnitud del contacto es fundamental para las pérdidas ohmicas entre componentes adyacentes, y por lo tanto la eficiencia global.

20 El documento US 4202772 A describe un armazón de celda con distribución de fluido con forma de placa para un equipo de procesamiento de membrana que tiene una abertura central, una pluralidad de orificios de distribución de fluido, y pasajes de fluido que conectan al menos uno de los orificios a la abertura central. Los orificios están separados simétricamente en una configuración alrededor de la abertura. La ubicación de los pasajes de conexión para la entrada y/o salida de fluido hacia dentro y/o hacia fuera de la abertura está determinada por la orientación angular o rotacional de la placa con respecto a los conductos de fluido fuera de la abertura pero dentro de la celda. Los orificios que tienen pasajes que conectan con la abertura están alineados con un conducto de fluidos de entrada y salida, y el fluido fluye a través de la abertura central para su procesamiento y retirada después.

30 El documento US 2009/305104 A1 describe una celda de combustible polimérica de electrolito provista de una pila de celdas de combustible ensamblada apilando módulos de celdas individuales que contienen cada uno un montaje de electrodo de membrana, un par de placas separadoras que emparedan el montaje de membrana-electrodo y un miembro de sellado dispuesto entre la periferia del montaje de membrana-electrodo y el par de placas separadoras, disponiendo un par de placas terminales en ambos extremos de los módulos de celdas individuales apilados, y sujetando el par de placas terminales con una pluralidad de miembros de sujeción, comprendiendo la celda de combustible:

un primer miembro elástico dispuesto entre cada miembro de sujeción y la placa terminal; y

una pluralidad de segundos miembros elásticos dispuestos entre la placa terminal y el extremo de la pila de celdas de combustible, en donde

40 cada uno de los segundos miembros elásticos está dispuesto en una segunda región de disposición de miembros elásticos sobre una superficie de la placa terminal que corresponde a una porción electródica del montaje de electrodo de membrana en cada uno de los módulos de celdas individuales.

45 La solicitud de patente internacional WO 2008/050616 A1 describe una pila de celdas de combustible formada apilando una pluralidad de celdas de combustible. Cada una de las celdas de combustible incluye montajes de electrodos y electrolito y separadores. Cada uno de los montajes de electrodos y electrolito incluye un ánodo, un cátodo, un electrolito interpuesto entre el ánodo y el cátodo. Cada uno de los separadores incluye secciones de emparedado, primeros puentes, una primera unidad de suministro de gas reaccionante, segundos puentes, una unidad de carcasa, y segunda unidad de suministro de gas reaccionante.

Compendio de la invención

50 Se ha encontrado que es ventajoso separar el área activa de la celda del área que forma el sello y que suministra los reaccionantes. Ambas de estas áreas necesitan ser presurizadas, y también se ha encontrado que es ventajoso presurizarlas por separado. Esto da como resultado una presión del área activa uniforme, que puede ser ajustada independientemente de la fuerza de sellado. Por lo tanto, según un primer aspecto, una pila de celdas comprende una

5 celda electroquímica, o una pluralidad de celdas electroquímicas dispuestas axialmente, con una placa terminal en cada extremo de la pila, comprendiendo cada celda un área activa rodeada por un área periférica, en donde el área activa comprende un montaje de electrodo de membrana, y el área periférica incluye un canal para los reaccionantes, y en donde la pila comprende medios para aplicar presión axialmente al área activa para poner en contacto la membrana y los electrodos, y medios independientes para aplicar presión axialmente al área periférica;

en donde los medios para aplicar presión al área activa y los medios para aplicar presión al área periférica están desacoplados y son controlables por separado.

10 Según un segundo aspecto, un método para realizar una reacción electroquímica en una celda electroquímica, o una pluralidad de celdas electroquímicas dispuestas axialmente en una pila de celdas, con una placa terminal en cada extremo de la pila, en donde cada celda comprende un área activa rodeada por un área periférica, en donde el área activa incluye un montaje de electrodo de membrana y es el área donde ocurre la reacción de la celda, y el área periférica incluye uno o más canales para los reaccionantes,

en donde la pila comprende medios para aplicar presión axialmente al área activa para poner en contacto la membrana y los electrodos, y medios independientes para aplicar presión axialmente al área periférica;

15 que comprende aplicar presión al área activa, y variar la presión durante la operación de la celda,

y en donde los medios para aplicar presión al área activa y los medios para aplicar presión al área periférica están desacoplados y son controlables por separado.

Descripción de las realizaciones preferidas

20 Como se emplea en la presente memoria, el término celda electroquímica comprende tanto electrolizadores como celdas de combustible. La invención es igualmente aplicable a ambos.

En una realización, cada estructura de las celdas comprende un disco conductor (placa bipolar), que es preferiblemente bidimensional y de un espesor apropiadamente deformable. Preferiblemente, el disco incluye una pluralidad de colectores (canales para los reaccionantes) cortados en la periferia. El disco conductor tiene una región exterior, que forma parte del área periférica de la pila, y una región interior, que forma parte del área activa de la pila.

25 En una realización preferida, una celda de la invención comprende una junta, que es hueca, y que tiene preferiblemente la misma disposición de colectores cortados de la estructura. Preferiblemente, la junta es termoplástica, elastomérica, polimérica o cerámica. Las condiciones de montaje para la junta son bien conocidas por una persona experta en la técnica.

30 En una realización preferida, una celda de la invención comprende una placa periférica hueca. Puede ser un metal o no metal. En una realización, es polimérica. Sin embargo, se prefiere una placa periférica metálica en una celda de alta presión. Preferiblemente, el anillo del armazón es sustancialmente bidimensional, es decir, es muy fino y plano. Puede tener una cara texturizada o no texturizada. Preferiblemente, también comprende una pluralidad de colectores.

Como será evidente a partir de los dibujos, la pila de celdas electroquímicas está formada por una disposición axial de los componentes individuales. En una realización preferida, la pila es sustancialmente tubular.

35 Los canales o colectores son los medios dirigir los productos y los reaccionantes dentro y fuera de la celda. En una realización, los colectores de la placa periférica estarán perforados transversalmente con al menos un agujero, que dirige el flujo de los productos de los reaccionantes entre el montaje de electrodo de membrana y los colectores. En otra realización, una porción completa de la placa periférica se retirará para una abertura mucho mayor entre el montaje de electrodo de membrana y el colector. Preferiblemente, la abertura será llenada después por una estructura porosa, permitiendo una configuración de flujo altamente personalizable. Esta realización se ilustra en la Figura 5.

40 En otra realización, no es necesaria la perforación transversal, y en su lugar se usa un método de grabado, por el que la superficie de la(s) placa(s) periférica(s) está indentada para que el fluido pueda pasar de los colectores al área activa. Esto puede conseguirse también reemplazando una placa periférica por dos placas periféricas independientes, emparejadas, y que tienen al menos una ranura maquinizada en la cara de emparejamiento, para permitir a los reaccionantes pasar al área activa. Debe emparejarse una junta entre las dos caras de emparejamiento, para permitir el paso de fluido donde esté provista una ranura, y para asegurar que los otros colectores se sellen.

45 En una realización preferida, la membrana es una membrana polimérica. Preferiblemente, es una membrana polimérica hidrófila. Lo más preferiblemente, está formada por la copolimerización de un monómero hidrófilo, un monómero hidrófobo, un monómero que comprende un grupo fuertemente iónico y agua. Preferiblemente, el polímero está reticulado.

50 Una pila de celdas electroquímicas según la presente invención está sellada entre dos placas terminales. En una realización, se aplica presión externa directamente al área activa de la celda solamente, es decir, el centro de la disposición axial. En esta realización, no se aplica presión externa al área periférica de la pila, es decir, la porción

exterior de la disposición axial. La presión se aplica de un modo axial.

En una realización preferida, el medio para aplicar presión al área activa es ajustable, de tal modo que el grado de presión puede ser controlado/variado, según los requerimientos de la celda.

5 Preferiblemente, el medio para aplicar presión al área activa es un pistón, preferiblemente un pistón hidrostático o una bomba hidráulica. Sin embargo, hay otros medios adecuados para aplicar presión, y estos serán conocidos por los expertos en la técnica. Por ejemplo, podría usarse un resorte para aplicar presión al área activa.

10 La pila comprende medios para aplicar presión al área activa, y medios independientes para aplicar presión al área periférica. El medio para aplicar presión al área periférica puede ser la misma bomba. Alternativamente, podrían usarse barras de refuerzo para aplicar la presión al área periférica. El rasgo clave es que el medio para aplicar presión al área activa está desacoplado del medio para aplicar presión al área periférica (junta).

Cuando se usa un sistema de barras de refuerzo para generar y sostener presión sobre el área periférica, la presión actúa preferiblemente sobre la columna de la junta, el anillo del armazón no conductor (p.ej. polimérico) y el área exterior de la membrana, para efectuar un sellado transversal de la celda con una posible presión diferencial entre los lados, y para asegurar la hermeticidad total frente a las fugas. Esta realización se ilustra en la Figura 2.

15 Cuando se usa una bomba hidrostática para aplicar presión al área activa, el ariete del pistón se sujeta preferiblemente a un alimentador transversal de corriente, que está formado preferiblemente también de un material altamente conductor.

20 En una descripción, la pila no comprende la placa terminal convencional, barras de refuerzo y arandelas de Belleville. La presión periférica se aplica independientemente de la presión del área activa, y no hay placas terminales convencionales. Puede emplearse una disposición de deslizamiento, que comprende una estructura de acero con perfil de doble T, que alberga dos circuitos hidráulicos independientes para cumplir el papel de aplicar la presión periférica y la presión del área activa desacopladas. Esta descripción es particularmente deseable por adaptabilidad y facilidad de montaje, dado que divide la pila en varias entidades y mueve el punto de desacoplamiento de orden (separación entre técnicas de inventario dirigidas por la previsión y dirigidas por la demanda) para maximizar los elementos de la cadena de suministro reaccionarios o dirigidos por la demanda.

Una segunda ventaja reside en la facilidad de reemplazo de las piezas de funcionamiento, a la vez que no se requiere la retirada completa y revisión de las piezas que son menos propensas al daño con el tiempo. Una tercera ventaja es que el número de componentes se reduce drásticamente.

30 Hay ventajas adicionales para los medios para aplicar presión a las diferentes áreas (activa y periférica) que son controlables por separado. Por ejemplo, durante los periodos de inactividad del sistema, puede ser beneficioso aflojar la presión en el área activa, de tal modo que se permite que la membrana (que puede ser hidrófila) reabsorba agua. Esto puede mejorar la longevidad del sistema. Además, se ha mostrado (en este ejemplo) que la energía de salida de la celda puede controlarse variando la presión. Es ventajoso y eficiente energéticamente hacer esto independientemente de la presión de la junta.

35 Cuando las presiones de las áreas activa y periférica están separadas, existe también la posibilidad de aumentar conjuntamente la presión sobre el material de la membrana para deformar el material, de tal modo que su integridad estructural no sea comprometida.

40 En una realización, la región entre los colectores y el área activa comprende un material poroso, para permitir una buena distribución de los reaccionantes y la retirada de los productos. En una realización preferida, puede usarse un sistema de porosidad diferencial entre los dos colectores implicados, lo que puede proporcionar una retropresión pequeña, lo que conduce a un transporte de masas más optimizado dentro de la celda. Los materiales porosos pueden comprender metal sinterizado, polímero o cerámica. Estos materiales sinterizados pueden adaptarse para que proporcionen un beneficio adicional por manejar activamente los flujos de los reaccionantes y la recogida de agua en toda la pila entera.

45 El anillo del armazón no conductor hueco puede ser un polímero. Preferiblemente, está hecho de cualquier polímero de ingeniería resistente a la temperatura de bajo TOC (Carbono Orgánico Total, por sus siglas en inglés). El anillo no conductor es singularmente económico, y se presta a una previsibilidad de moldeo precisa debido a los materiales usados y al hecho de que es sustancialmente bidimensional.

50 La fina placa bipolar (disco conductor) es singularmente económica, debido a la pequeña cantidad de material usado, y de nuevo debido a su forma bidimensional.

En una realización preferida, la placa bipolar es de un espesor deformable apropiado, para permitir el movimiento requerido de celda a celda. Esto proporciona una manera potencialmente nueva de adaptarse a las tolerancias de montaje de las estructuras de soporte de las membranas, y un medio para asegurar una compresión uniforme de cada celda.

El área periférica constituida por los armazones huecos no conductores da a la celda protección frente a los choques o las vibraciones.

5 El diseño del sistema de presión terminal montado en deslizamiento comprende “perfiles de doble T” que están típicamente chapados con cinc. Los dos circuitos hidráulicos independientes (presión periférica y presión del área activa) y las placas terminales accionadas por pistones son alimentados preferiblemente por dispositivos intensificadores de la presión que funcionan en aire comprimido.

Descripción detallada de los dibujos

Figura 1: Celda individual en despiece (diseño genérico)

- 1. Placa bipolar de papel de titanio
- 10 2. Junta polimérica
- 3. Soporte del electrodo
- 4. Armazón de la celda
- 5. Membrana
- 6. Armazón de la celda
- 15 7. Electrodo
- 8. Junta polimérica
- 9. Electrodo
- 10. Malla
- 11. Soporte del electrodo

20 Figura 2. Celda individual perforada transversalmente

- 1. Placa bipolar de papel de titanio
- 2. Junta polimérica
- 3. Soporte del electrodo
- 4. Armazón de la celda
- 25 5. Membrana
- 6. Armazón de la celda
- 7. Electrodo
- 8. Junta polimérica
- 9. Electrodo
- 30 10. Malla
- 11. Soporte del electrodo

Figura 3: Sección a través de pila típica

- 1. Barra de refuerzo
- 2. Anillo tórico
- 35 3. Tornillo atornillado a fondo
- 4. Junta polimérica
- 5. Placa terminal
- 6. Pistón polimérico

7. Placa de cobre
8. Eje de cobre
9. Papel de la placa bipolar
10. Anillo tórico

5 Figura 4: Rendimiento usando una fuerza de contacto alta y electrodos optimizados

Figura 5: Placa periférica con inserto poroso

Figura 6: Realización de celda de combustible

Ejemplo

10 Se construyó una realización de una pila de alta presión según la invención, y se ensayó y selló por presión a más de 18 MPa (180 bares). La Figura 4 muestra el rendimiento logrado usando diferentes electrodos y diferente presión de pistón. La Figura 4 muestra un aumento significativo en rendimiento entre la realización de alta presión (2011 01 14 HP), con una fuerza de contacto del pistón muy alta, y la realización de presión más baja y su presión de pistón más baja (Lam002). Los electrodos también están optimizados en el caso de la presión alta (2011 01 14 HP).

15 Cuanto más alta es la corriente (A/cm^2) en la celda, más eficiente es la celda. La ganancia de eficiencia eléctrica es aproximadamente 200 mV o 13,5%. Esto ilustra la ventaja de tener presión aplicada al área activa de la celda.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Una pila de celdas que comprende una celda electroquímica, o una pluralidad de celdas electroquímicas dispuestas axialmente, con una placa terminal en cada extremo de la pila, comprendiendo cada celda un área activa rodeada por un área periférica, en donde el área activa comprende un montaje de electrodos de membrana, y el área periférica incluye uno o más canales para los reaccionantes, en donde la pila comprende medios para aplicar presión axialmente al área activa para poner en contacto la membrana y los electrodos, y medios independientes para aplicar presión axialmente al área periférica;
- 10 caracterizada por que
- los medios para aplicar presión al área activa y los medios para aplicar presión al área periférica están desacoplados y son controlables por separado.
- 15 2. Una pila de celdas según la reivindicación 1, en donde la o cada celda comprende una disposición axial de una placa bipolar, una junta hueca, una placa periférica hueca que encierra el electrodo, y una membrana de intercambio iónico, en donde una región exterior de la placa bipolar y la membrana, la junta y la placa periférica, forman el área periférica, y en donde una región interior de la membrana y el electrodo forman el área activa.
- 15 3. Una pila de celdas según cualquier reivindicación precedente, que es tubular.
4. Una pila de celdas según cualquier reivindicación precedente, en donde el medio para aplicar presión al área periférica es al menos una barra de refuerzo dispuesta axialmente.
- 20 5. Una pila de celdas según cualquier reivindicación precedente, en donde el medio para aplicar presión al área activa y/o el medio para aplicar presión al área periférica es ajustable, de tal modo que la cantidad de presión que se aplica puede ser controlada.
6. Una pila de celdas según cualquier reivindicación precedente, en donde el medio para aplicar presión al área activa y/o el medio para aplicar presión al área periférica es un pistón.
7. Una pila de celdas según cualquiera de las reivindicaciones 2 a 6, en donde la junta es termoplástica.
- 25 8. Un método para realizar una reacción electroquímica en una celda electroquímica, o una pluralidad de celdas electroquímicas dispuestas axialmente en una pila de celdas, con una placa terminal en cada extremo de la pila, en donde cada celda comprende un área activa rodeada por un área periférica, en donde el área activa incluye un montaje de electrodos de membrana y es el área donde se produce la reacción de la celda, y el área periférica incluye uno o más canales para los reaccionantes,
- 30 en donde la pila comprende medios para aplicar presión axialmente al área activa para poner en contacto la membrana y los electrodos, y medios independientes para aplicar presión axialmente al área periférica;
- que comprende aplicar presión al área activa, y variar la presión durante la operación de la celda,
- y en donde los medios para aplicar presión al área activa y los medios para aplicar presión al área periférica están desacoplados y son controlables por separado.
- 35 9. Un método según la reivindicación 8, en donde también se aplica presión al área periférica y se varía durante la operación de la celda.

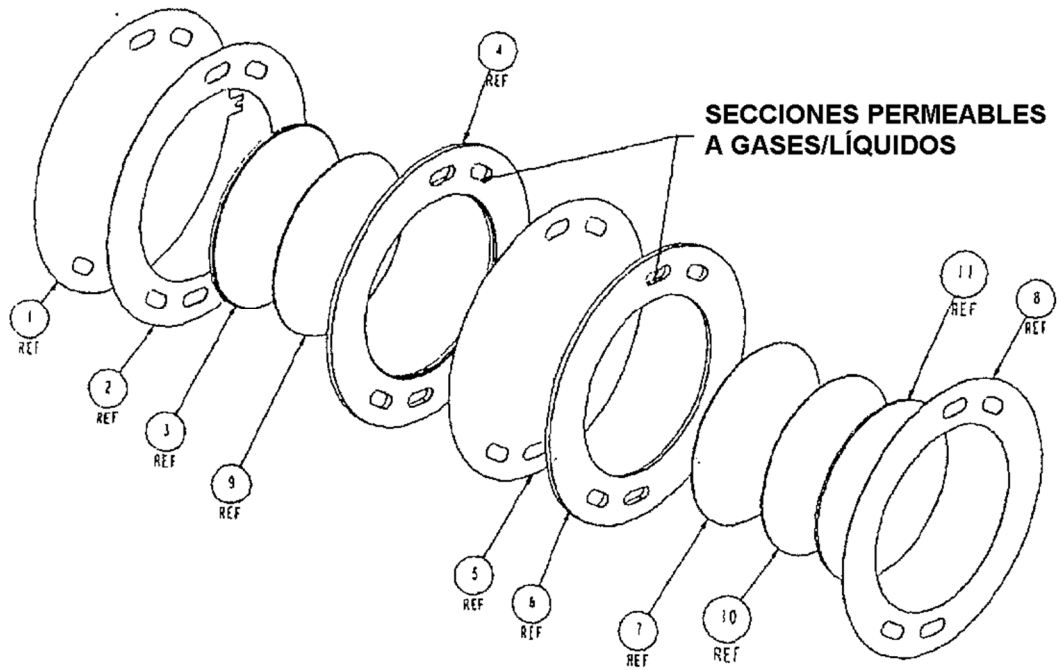


Figura 1

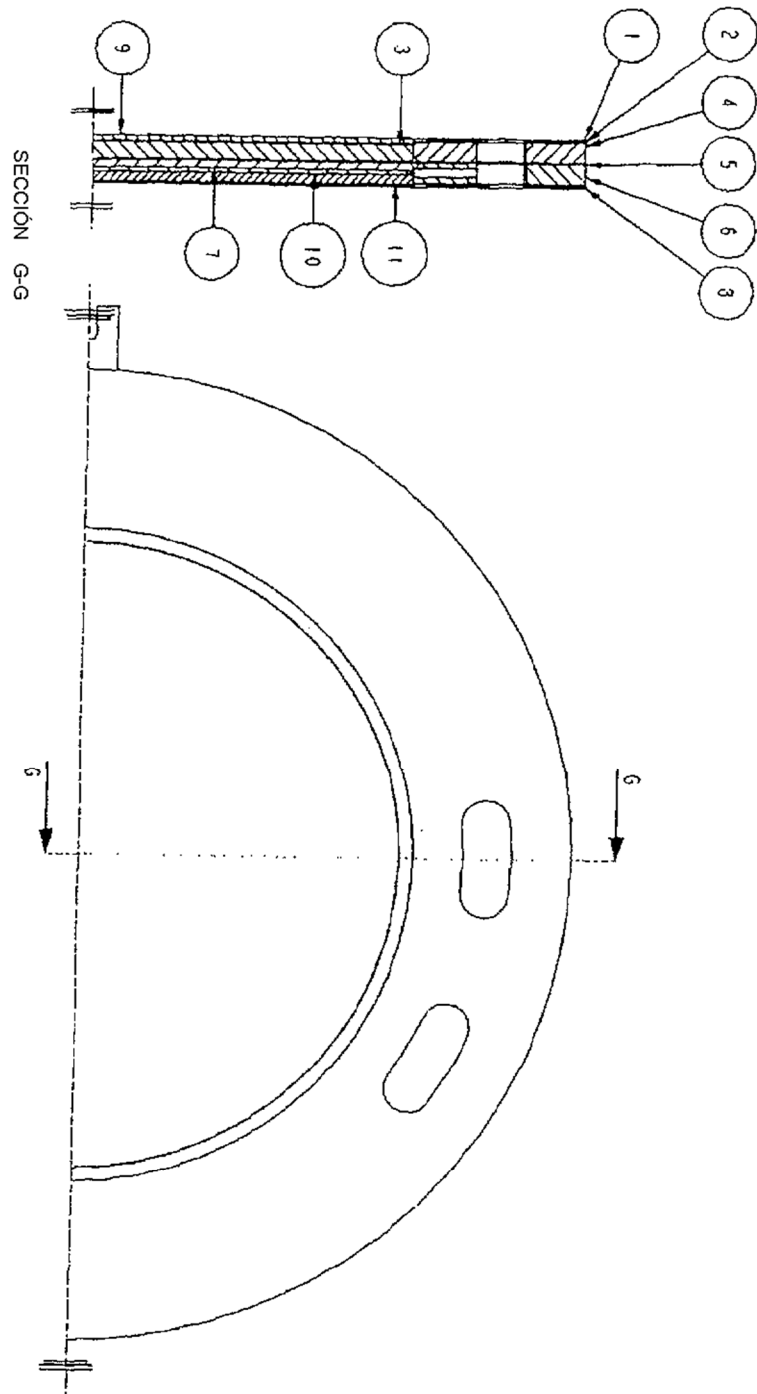


Figura 2

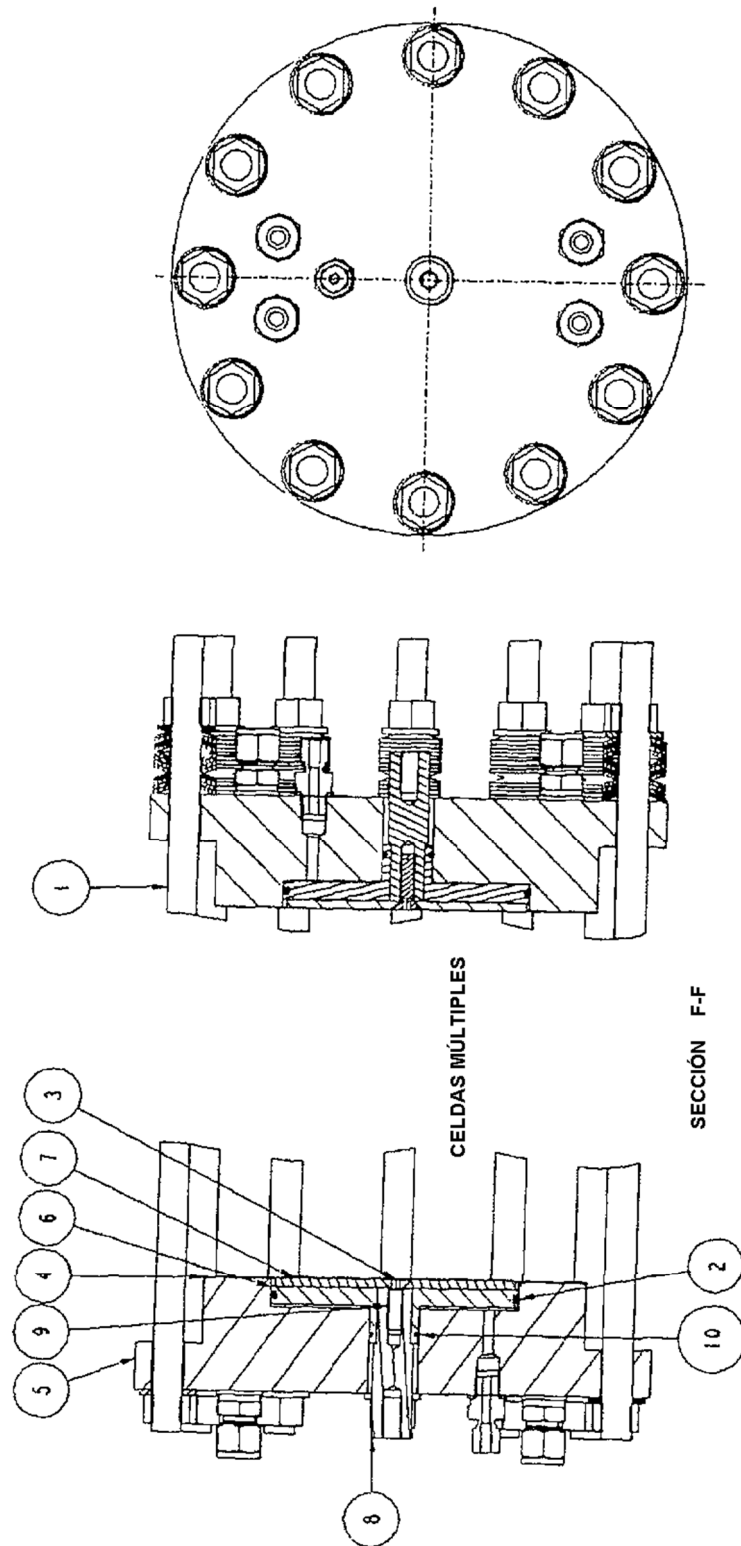


Figura 3

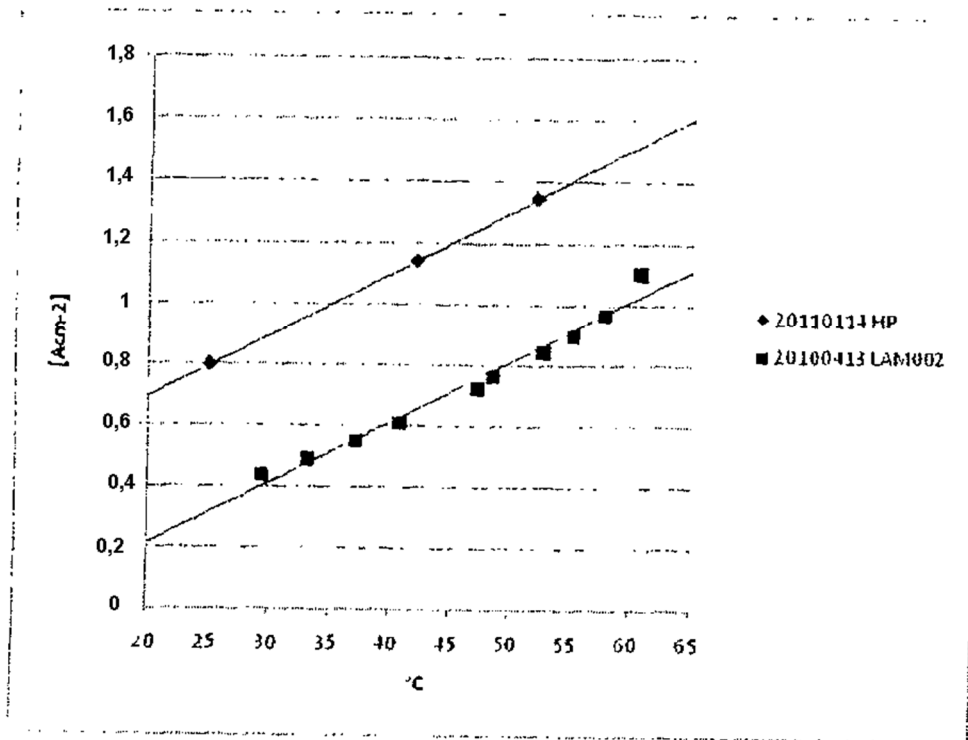


Figura 4

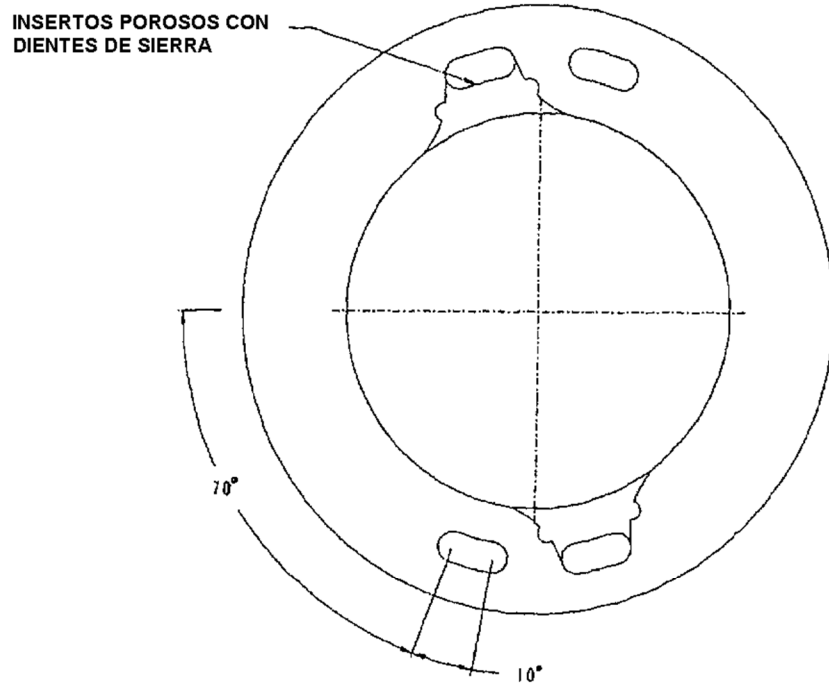


Figura 5

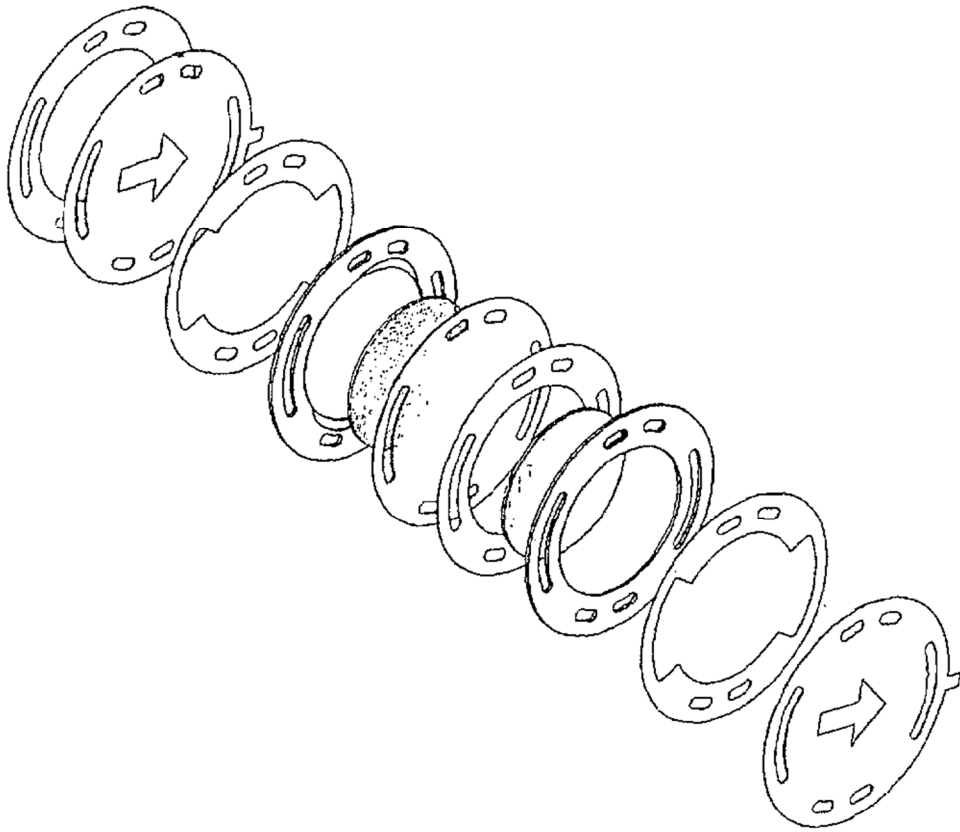


Figura 6