

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 379 795**

51 Int. Cl.:  
**A61B 5/053** (2006.01)  
**A61F 13/36** (2006.01)  
**A61F 13/42** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **05738126 .1**  
96 Fecha de presentación: **18.04.2005**  
97 Número de publicación de la solicitud: **1734862**  
97 Fecha de publicación de la solicitud: **27.12.2006**

54 Título: **Medición del rendimiento de apósitos para heridas**

30 Prioridad:  
**16.04.2004 GB 0408492**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**03.05.2012**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**03.05.2012**

73 Titular/es:  
**UNIVERSITY OF STRATHCLYDE  
MCCANCE BUILDING, 16 RICHMOND STREET  
GLASGOW G1 1XQ, GB**

72 Inventor/es:  
**CONNOLLY, Patricia y  
MCCOLL, David**

74 Agente/Representante:  
**BALLESTER CAÑIZARES, Rosalía**

ES 2 379 795 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).

**DESCRIPCION**

...

Medición del rendimiento de apósitos para heridas.

5 **[0001]** La presente invención hace referencia a un método para medir el rendimiento de un apósito para heridas.

**[0002]** Los apósitos para heridas convencionales están diseñados para eliminar exudados de la zona de la herida y mantener un entorno húmedo y cálido en la herida para mejorar el ritmo de curación. Un problema que se da con la mayoría de apósitos conocidos es que no suele ser posible quitar parcialmente el apósito y comprobar la herida para controlar si el apósito está proporcionando un entorno húmedo adecuado para la curación óptima de la herida o para evaluar el estado de la superficie de contacto entre la herida y el apósito. Por lo tanto, existe una necesidad en la técnica de contar con un apósito que pueda usarse *in situ* para proporcionar una indicación del estado de la superficie de contacto de la herida y el apósito.

15 **[0003]** La EP 0.430.608 A describe un apósito para detectar el estado de una herida *in situ*. En un ejemplo, el apósito incluye materiales que cambian de color según la temperatura. Los cambios de temperatura pueden relacionarse a diversos parámetros como el flujo de sangre hacia la piel o la presencia de infecciones. Por ello, un cambio de color indica un cambio en el estado. En un modo de realización alternativo, la EP 20 0.403.608 A describe un apósito que incluye un detector de humedad. Sin embargo, no hay una descripción de cómo puede ponerse en práctica.

**[0004]** La WO2004/049937 adopta un enfoque diferente al de la EP 0.403.608 A. En lugar de medir el estado del apósito para la herida, esta publicación describe un apósito que está adaptado para medir el estado de la superficie de contacto entre una herida y el apósito midiendo directamente la herida, y no el apósito. Para tal fin, se facilitan una pluralidad de electrodos sobre la piel en contacto con la superficie del apósito. Típicamente, los electrodos se encuentran impresos sobre una película de polímero sólido. Se debe aplicar un gel a los electrodos para que hagan contacto con la piel subyacente. El apósito está dispuesto de manera que, en uso, la resistencia eléctrica entre los electrodos vía el apósito es alta en comparación con la resistencia vía el gel entre cada electrodo y el tejido subyacente. De este modo, cuando se le aplica el apósito a un paciente, se puede medir la resistencia de la herida y no la del apósito. Un problema que presenta esta técnica es que se desconoce la profundidad de penetración del campo eléctrico en el tejido, por lo que no hay una medida o indicación de cual es el la trayectoria de la corriente. Por lo tanto, es difícil cuantificar qué es lo que se está midiendo exactamente. Esto significa que analizar los resultados

puede resultar problemático. Además, puesto que los electrodos están impresos en una película de polímero, esto hace que no sean adecuados para su uso en un apósito de equilibrio de la humedad, porque no permite la extensión gradual de la hidratación por el apósito.

5 **[0005]** La DE 4014572 combina la medición de la resistencia DC y un sensor óptico para detectar el sangrado bajo el vendaje. Se espera que la resistencia DC caiga al entrar en contacto con el material mojado y mojarse con el fluido conductor. Este fluido puede ser la sangre, exudado de la herida o humedad de la piel. Puesto que la medición no puede distinguir entre los diferentes tipos de fluido, se añade un sensor  
10 óptico para buscar colores característicos de la sangre.

**[0006]** La JP2002-224093 revela un sensor de excreciones basado en la detección de cambios de impedancia.

**[0007]** Según la presente invención, se proporciona un método para la medición de la hidratación de apósitos para heridas que comprende medir la impedancia del apósito  
15 utilizando una señal AC; y utilizar la impedancia medida para calificar la hidratación del apósito dentro de una de las tres categorías de hidratación: seco; húmedo; mojado.

**[0008]** El método puede incluir el análisis de los componentes del fluido presente en el apósito utilizando la impedancia medida.

**[0009]** El método puede incluir el control la impedancia en función del tiempo.

20 **[0010]** El método puede incluir la medición de la impedancia para proporcionar una distribución tridimensional de la humedad.

**[0011]** El método puede incluir la variación de la frecuencia y/o voltaje de la señal AC para seleccionar unas condiciones de medición óptimas.

**[0012]** El método puede incluir el uso de una señal DC, además de la señal AC.

25 **[0013]** A continuación se describen diversos aspectos de la presente invención a modo de ejemplo únicamente y en relación con los dibujos anexos, de los cuales:

La Figura 1 es una vista de un primer apósito;

La Figura 2 es una vista de un segundo apósito;

30 La Figura 3 es una vista frontal de un medidor de mano para su uso con los apósitos de las Figuras 1 y 2;

La Figura 4 es una vista frontal de otro medidor de mano para su uso con los apósitos de las Figuras 1 y 2;

35 La Figura 5 es un circuito equivalente que representa la medición de la impedancia de un apósito utilizando dos electrodos emparejados;

La Figura 6 es un gráfico que muestra la impedancia entre dos electrodos en función de la frecuencia;

La Figura 7 es una vista esquemática de una mesa de ensayo para las pruebas de los apósitos de heridas;

La Figura 8a y 8b muestran ejemplos de pares de electrodos para su uso en la mesa de la Figura 7;

5 La Figura 9 es un gráfico que muestra la impedancia con el transcurso del tiempo para un apósito medido en la mesa de ensayo de la Figura 7;

La Figura 10 muestra los niveles de hidratación de cinco apósitos de hidrofibra medidos a lo largo de un periodo de 24 horas;

10 La Figura 11 muestra los niveles de hidratación de cinco apósitos de espuma medidos al lo largo de un periodo de 24 horas, y

La Figura 12 es una vista esquemática de la disposición del apósito para su uso con un apósito para heridas convencional.

**[0014]** La presente invención se basa en la medición localizada de la hidratación de apósitos para heridas en la superficie de contacto del apósito y la herida. Para llevar a  
15 cabo dicha medición, se proporciona una serie de electrodos emparejados sobre o dentro del apósito.

**[0015]** La Figura 1 muestra un apósito 10 que incorpora un sistema de sensores que presentan una pluralidad de electrodos adecuados para la medición de la impedancia en el apósito. El apósito 10 tiene una superficie externa superior 12 y una superficie de  
20 contacto con la herida 14. Entre la superficie externa superior 12 y la superficie de contacto con la herida 14 hay cuatro capas de gasa de la 16a a la 16d. Entre la superficie de contacto con la herida 14 y la primera capa de gasa 16a se encuentra integrado un par de electrodos 18a, 18b. Estos electrodos 18a, 18b terminan en la  
25 superficie externa superior 12 en un primer par de terminales 20a, 20b. Se integra un segundo par de electrodos (no mostrados) entre la primera y la segunda capa de gasa 16a, 16b y terminan en un segundo par de terminales 22a, 22b. Se integra un tercer par de electrodos (no mostrados) entre la segunda y la tercera capa de gasa 16b, 16c y terminan en un tercer par de terminales 24a, 24b. Se integra un cuarto par de electrodos (no mostrados) entre la tercera y la cuarta capa de gasa 16c, 16d y  
30 terminan en un cuarto par de terminales 26a, 26b.

**[0016]** Puesto que los electrodos de la Figura 1 se encuentran emparejados con el fin de medir la impedancia del apósito, la trayectoria del flujo de corriente entre ellos, y por lo tanto la impedancia entre electrodos, puede definirse correctamente y puede calificarse según unos criterios predeterminados dependiendo del nivel de hidratación.  
35 La impedancia es caracterizada para indicar si un apósito está seco, húmedo o mojado. Contando con una pluralidad de pares de electrodos, el nivel de hidratación en el apósito puede ser trazado y observado en función del tiempo. Para garantizar en

mayor medida que las trayectorias de la corriente están bien definidas y para limitar posibles interferencias, los pares de electrodos pueden situarse relativamente lejos unos de otros o aislados para evitar el flujo de corriente entre el par.

5 **[0017]** En uso, el medidor de impedancia (no mostrado) puede unirse o aplicarse a cualquier par de terminales, por ejemplo, 20a, 20b para medir la impedancia del apósito/solución de exudados entre los electrodos correspondientes, p.ej., 18a y 18b. Puesto que los pares de electrodos de la Figura 1 se encuentran integrados entre capas diferentes del apósito 10, tomar mediciones utilizando cada uno de estos pares permite obtener una representación de la humedad por todo el apósito. Como se ha  
10 indicado, para garantizar que la trayectoria de la corriente entre electrodos esté bien definida en todos los pares y limitar cualquier posible interferencia, los pares de electrodos están situados relativamente lejos unos de otros. De manera adicional o alternativa, en uso las mediciones de la impedancia se toman de forma individual, de manera que en cualquier momento, solo se aplica corriente entre un par de electrodos.

15 **[0018]** La Figura 2 muestra un apósito alternativo 30. Este tiene una superficie externa superior 32, una superficie de contacto con la herida 34 y dos capas de gasa 36a, 36b. En este caso, los electrodos 38, de los cuales se muestran cuatro 38a-38d, están todos situados para tomar lecturas desde diferentes posiciones dentro de la misma parte/capa del apósito, entre la superficie de contacto con la herida 34 y la primera  
20 capa de gasa 36a. Cada par de electrodos termina en terminales 40, es decir, el primer par de electrodos 38a, 38b termina en el primer par de terminales 40a, 40b, etc. Puesto que los pares de electrodos miden la impedancia sustancialmente dentro de la misma región o capa del apósito 30, se puede obtener una indicación de la humedad a lo largo del apósito 30. De nuevo, debido a que los electrodos de la Figura 2 están  
25 emparejados para los fines de medición de la impedancia del apósito, la trayectoria del flujo de corriente entre ellos, y así la impedancia entre electrodos, puede ser bien definida y caracterizada dependiendo de los niveles de hidratación según los criterios predeterminados.

30 **[0019]** Cuando se aplica un apósito 10, 30 a un paciente, su impedancia puede medirse utilizando un medidor de mano como el mostrado en la Figura 3. Este tiene electrodos 42a, 42b. Estos están espaciados a la misma distancia que los pares de terminales 20, 40 en la superficie superior del apósito, de manera que pueden usarse para tomar lecturas de cualquiera de estas terminales. El medidor también incluye una serie de luces a-d. Estas luces aportan una indicación visual de la impedancia medida  
35 en un determinado par de terminales. Si sólo se enciende la luz a, la impedancia es baja, lo que indica que el apósito 50 está húmedo en una zona concreta. Si se encienden dos o tres luces, esto indica la uniformidad de la humedad en las tres

zonas. Esta situación resulta deseable para la curación. De lo contrario, podría ocurrir que algunas zonas se estuvieran secando y la persona a cargo del paciente debería decidir si es momento de cambiar el apósito. Se dará una guía clínica para diferentes heridas con el folleto de instrucciones. Si se encienden todas las luces de la

5 a a la d, esto indica que en una zona concreta el apósito está seco y no está contribuyendo a la curación satisfactoria de la herida, y se debe cambiar el apósito.

**[0020]** La Figura 4 muestra otro medidor que puede utilizarse. Este incluye conectores/electrodos 44a, 44b adaptados para medir las lecturas de cualquier par de terminales de la Figura 1 o Figura 2. En este caso, la lectura obtenida se muestra

10 utilizando una aguja 46, que indica un nivel de impedancia en una escala 48. La escala 48 está dividida en dos zonas. La primera zona 48a indica un nivel aceptable de humedad en el apósito para fomentar la curación de la herida, mientras que la zona 48b indica que debe cambiarse el apósito.

**[0021]** Los sistemas de sensores de las Figuras 1 y 2 están diseñados para

15 electrodos emparejados y localizados de pocos mm cuadrados situados a pocos mm de distancia. Los pares de electrodos pueden estar separados unos de otros por pocos milímetros a su vez para proporcionar información de distintas ubicaciones. La manipulación eléctrica del voltaje en los electrodos mediante el medidor puede permitir que haya una distancia muy pequeña entre pares, si fuera necesario. Los electrodos

20 pueden ser más pequeños de esta medida y estar situados más cerca unos de otros, incluso en la escala de microelectrodos y nanoelectrodos para sistemas de control portátiles o ligeros. El voltaje se aplica al par de electrodos a los que se acude para conocer la impedancia y no al resto de pares garantizando que el flujo de corriente sólo se produce entre el par de electrodos seleccionado. La dirección del campo

25 eléctrico entre los electrodos favorece una trayectoria corta de la corriente. Si hay líquido presente en la zona se producirá un cortocircuito de estos electrodos y la trayectoria de la corriente preferida será directamente de electrodo a electrodo a través de la corta distancia entre ellos, garantizando la medición local de humedad. A medida que se seque el apósito o la superficie de contacto del apósito con la herida, esta

30 trayectoria se hará más resistiva o tendrá una impedancia más alta pero la corriente seguirá buscando el camino más corto y fácil. Si se han secado algunas partes de la trayectoria, entonces no puede fluir la corriente ni podrá medirse una impedancia alta entre las trayectorias. La selección de la frecuencia para la medición también puede asegurar que se midan preferentemente las trayectorias del líquido de la zona.

**[0022]** Además de permitir la determinación de la medición de la hidratación, situar electrodos en un apósito para heridas permite la posibilidad de analizar la composición de los exudados que exudan de dicha herida. Para dicho fin, se puede unir una

máquina de análisis electroquímico a los electrodos. Estos tipos de analizadores son conocidos en la técnica y por ello no se describirán en detalle. Sin embargo, tales analizadores no se han utilizado hasta la fecha para obtener un análisis *in situ* de exudados de una herida. Utilizados en conjunción con el apósito para heridas en el que se realiza la invención, estos analizadores proporcionan un mecanismo útil para permitir el control de la naturaleza del fluido emitido por una herida y así del proceso de curación.

**[0023]** Los pares de sensores de la presente invención podrían usarse también bajo control del voltaje para la detección de cambios en el exudado de la herida. En primer lugar, mediante la correcta selección de aplicaciones cortas de distintos niveles de voltaje DC o mediante la aplicación de barridos de voltaje conocidos como voltimetría cíclica, sería posible determinar la presencia de moléculas o iones específicos en el exudado. Estos podrían ser moléculas o iones indicadores de la recuperación de la herida o indicadores de la degradación de la herida. Del mismo modo, las técnicas de impedancia AC o DC pueden utilizarse en sistemas de sensores para detectar bacterias, microbios u otras células específicas que arrojan información específica sobre la presencia localizada de entidades, la cual puede ser indicativa de la curación o la infección de la herida.

**[0024]** Para obtener una medición de la humedad del apósito, es necesario ajustar los circuitos de impedancia correctos a un modelo del apósito para heridas, teniendo en cuenta la compleja naturaleza de la impedancia,  $Z$ , a saber,

$$Z = Z' + jZ''$$

**[0025]** Donde  $Z'$  es el componente resistivo de impedancia y  $Z''$  el componente reactivo de impedancia. Mediante el uso del análisis de frecuencia y las matemáticas, el sistema puede ser modelado, así como medido físicamente bajo diferentes condiciones. Esto permite la selección de voltajes y frecuencias en los que la hidratación puede medirse de manera segura y localizada como impedancia total (para un medidor más simple de uso en la práctica médica) sin la introducción de subproductos electroquímicos adversos que pueden afectar los tejidos en la curación de la herida o destruir los propios electrodos.

**[0026]** La Figura 5 muestra un ejemplo de un modelo de circuito para los electrodos emparejados al aplicarlos o integrarlos dentro de un apósito. En él, cada electrodo está representado por una resistencia de 100 ohms en paralelo con una capacitancia de 100 nanofaradios, y la solución entre ellos está representada por una resistencia de aproximadamente 47 ohms. Por supuesto, la resistencia de la solución puede ser muy

baja si hay una buena capa de fluido entre los electrodos, es decir, si el sistema está mojado, y aumentaría a medida que el sistema se secase. La Figura 6 muestra una respuesta de la frecuencia obtenida de la medición de un par de sensores en un fluido conductor. En la práctica, la hidratación de los apósitos puede medirse en un margen  
5 de distintas frecuencias y voltajes, de manera que se puedan establecer las condiciones de medición óptimas o más prácticas.

**[0027]** La Figura 7 muestra una mesa de ensayo 50 para medir la hidratación de apósitos para heridas. Esta incluye un banco de pruebas 52 con una superficie del banco de pruebas 54. En la superficie del banco de pruebas 54 hay un canal 56 y  
10 medios de control 58a a 58i. La mesa de ensayo 50 también incluye una bomba 60, que suministra un fluido iónico (no mostrado) desde un depósito 61 a través de un tubo 62 al canal 56. Cada uno de los medios de control 58a-58i incluye un par de electrodos en superficie 68a y 68b (mostrados sólo para el primer dispositivo de control 58a para mayor claridad). Cada uno de estos electrodos 68a, 68b está conectado a un cable  
15 70a, 70b que conecta con el medidor de impedancia 72. Se muestra una vista en perspectiva de este primer dispositivo de control 18a en la Figura 8a con la superficie de los electrodos 68a, 68b indicada. Alternativamente, podrían usarse electrodos de alambre simples, como se muestra en la Figura 8b. Estos electrodos de alambre sobresaldrían de los medios de control y la superficie del banco de pruebas 54 hasta  
20 introducirse en un apósito para permitir la medición de la impedancia a una profundidad determinada del apósito en lugar de en la superficie.

**[0028]** En uso, se aplica un apósito (no mostrado) a la superficie del banco de pruebas 54 y se toma una medición de la impedancia del apósito seco desde el medidor de impedancia 72 basada en las lecturas de los medios de control 58a-58i. Esto se realiza  
25 utilizando una señal AC de cualquier frecuencia adecuada, típicamente varios kilohertzios. El fluido iónico es entonces bombeado desde el depósito de la bomba 61 por la bomba 60 a través del tubo 62 hasta el canal 56. El flujo de fluido iónico a lo largo del canal 56 representa el exudado que emite la herida. A medida que el apósito se satura, se toman más lecturas de la impedancia, medidas por los medios de control  
30 58a-58i, del medidor de impedancia 72. Tras un periodo de tiempo, el apósito comenzará a secarse. De nuevo, se toman mediciones de la impedancia a lo largo del proceso de secado.

**[0029]** La Figura 9 muestra un gráfico de la impedancia frente al tiempo medida por los medios de control 58a-58i. Este gráfico muestra tres etapas. La primera etapa equivale  
35 a cuando se moja el vendaje por primera vez con fluido iónico y muestra una rápida disminución de la impedancia. La segunda etapa corresponde a un periodo en el que la impedancia se mantiene baja y el apósito funciona de manera satisfactoria. Sin

embargo, en la tercera etapa, la vida útil del apósito expira cuando se ha secado. Este momento se puede identificar por el brusco aumento en la impedancia medida, y el valor constante posterior. Debida a la transición fácilmente identificable entre mojado y seco, la impedancia puede usarse para mostrar que el apósito debe cambiarse, en este ejemplo entre dos y tres horas después de la aplicación, para mantener un entorno óptimo para la curación de la herida.

**[0030]** Las Figuras 10 y 11 ilustran mediciones de la impedancia de un estudio de cinco apósitos de microfibra V1 a V5 y cinco apósitos de espuma T1 a T5 respectivamente, controlado cada uno de ellos durante un periodo de 24 horas mediante impedancia AC a voltajes bajos. En este caso, se usó una frecuencia de 1 kHz y un voltaje de 200 mV. Sin embargo, pueden usarse otras frecuencias y en general se prefieren voltajes más bajos puesto que evitan que se produzca un número excesivo de reacciones electroquímicas localizadas que podrían afectar a la composición del electrodo o la composición del fluido de la herida. En este ejemplo, se usaron ocho pares de sensores en la mesa de ensayo para medir los niveles de hidratación. Además, se utilizó un sensor de temperatura para medir la temperatura del apósito. Las Figuras 10 y 11 muestran el estado de humedad del apósito mediante un código de colores que corresponde al nivel de hidratación medido en el par de sensores de la zona. T denota la posición de un sensor de temperatura. F denota que el fluido fluye por el apósito para imitar el exudado de la herida en las primeras ocho horas del experimento. Los números del 1 al 8 hacen referencia a la posición de los pares de sensores que detectan la impedancia en la zona, y así el estado de hidratación. La banda de impedancia para cada nivel se eligió mediante análisis de frecuencia y experimentación en tiempo real con diferentes niveles de líquido en los apósitos. De este modo, se obtuvo un perfil completo de la hidratación en la superficie de contacto entre la herida y el apósito, lo que resulta importante para el control de la curación.

**[0031]** El método en el que se realiza la presente invención utiliza un voltaje bajo y una frecuencia óptima seleccionados que no provocarán cambios electroquímicos localizados en el sistema. Esto significa que los electrodos pueden utilizarse para controlar el apósito y la herida durante largos periodos de tiempo, desde un entorno mojado, hasta uno seco, pasando por el estado óptimo. La invención relaciona el nivel de hidratación tanto en el apósito, como en la superficie crítica de contacto entre la herida y el apósito, con unas condiciones clínicas específicas en la herida – maceración, curación óptima y sequedad (adhesión del apósito al tejido delicado).

**[0032]** Un profesional apreciará que es posible variar las disposiciones reveladas. Por ejemplo, en lugar de integrar los electrodos en un apósito para heridas, podrían

incluirse en un sistema de sensores desechable adecuado para su uso con cualquier apósito. En este caso, el sistema de sensores podría imprimirse sobre una película muy porosa, típica del material de absorción de heridas leves, y situarse bajo el apósito. Se muestra un ejemplo de esto en la Figura 12. Como antes, los  
5 sensores podrían fabricarse con cualquier material conductor e imprimirse sobre cualquier película porosa desechable y adecuada para su uso con heridas, como gases. El sistema de sensores podría ser serigrafiado o fabricado de otra manera.

**[0033]** Otra opción es que el sistema puede disponerse de manera que la trayectoria del flujo de corriente ocurra entre electrodos emparejados en presencia de exudado, pero no existe una trayectoria de flujo de corriente sustancial entre los pares de  
10 electrodos independientemente de la presencia de exudado. Por ejemplo, el sistema puede estar aislado en las regiones de pares de electrodos predeterminados de tal manera que se garanticen las mediciones de hidratación localizadas preferentes entre estos electrodos, sin destruir la porosidad total de la película inserta o el apósito y sin  
15 destruir el equilibrio del fluido y la transmisión del apósito.

**[0034]** Además, podrían utilizarse más pares de electrodos para permitir la medición de la impedancia a través de las capas del apósito y entre dichas capas de manera que pudiera obtenerse una representación tridimensional completa. En consecuencia, la descripción anterior del modo de realización específico se realiza a modo de  
20 ejemplo únicamente y no con carácter limitativo. Quedará claro a los ojos de un profesional que se pueden realizar pequeñas modificaciones sin suponer cambios significativos en la operación descrita.

25

30

35

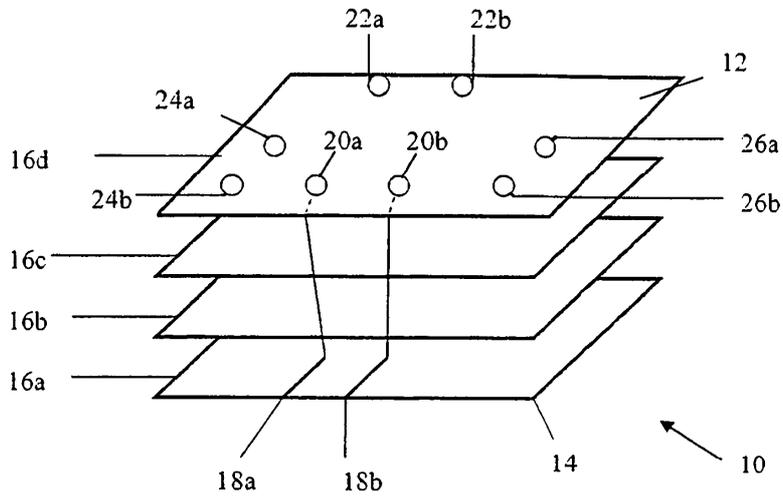
**REIVINDICACIONES**

- 5
1. Un método para medir la hidratación de los apósitos para heridas (10) que comprende medir la impedancia del apósito (10) utilizando una señal AC; y utilizar la impedancia medida para calificar la hidratación del apósito dentro de una de las tres categorías de hidratación: seco; húmedo; mojado.
  - 10 2. El método de la reivindicación 1, incluyendo el análisis de los componentes del fluido en el apósito (10) utilizando la impedancia medida.
  3. El método de la reivindicación 1 o la reivindicación 2 que comprende la observación de la impedancia en función del tiempo.
  - 15 4. El método de cualquiera de las reivindicaciones precedentes que comprende medir la impedancia en la superficie y el interior del apósito para facilitar una distribución tridimensional de la humedad.
  - 20 5. El método de cualquiera de las reivindicaciones precedentes que comprende la variación de la frecuencia y/o el voltaje de la señal AC para seleccionar las condiciones de medición óptimas.
  6. El método de cualquiera de las reivindicaciones precedentes que comprende utilizar una señal DC, además de la señal AC.

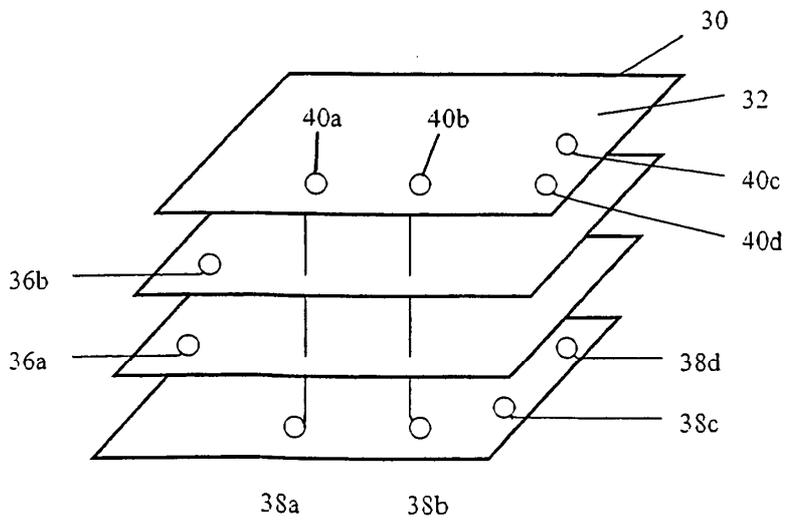
25

30

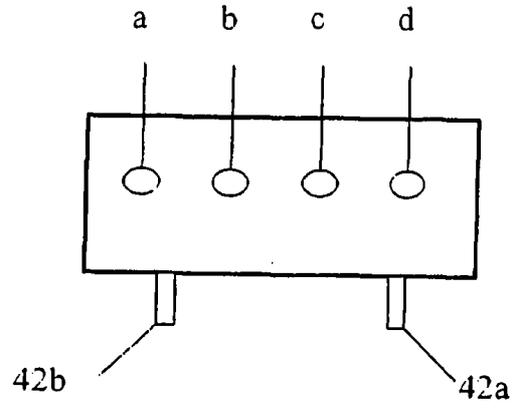
35



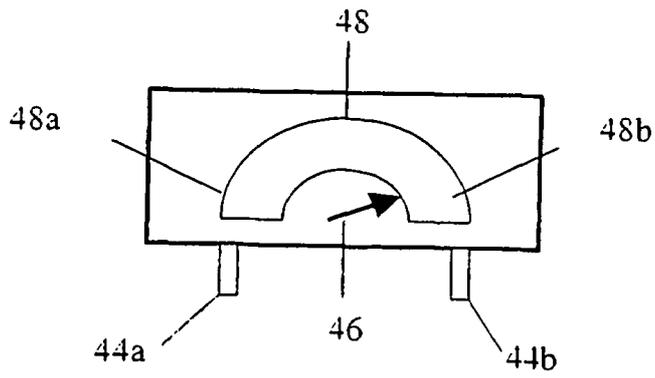
**Figura 1**



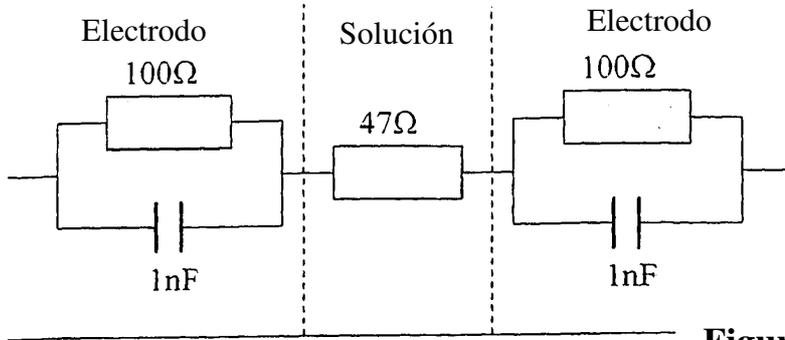
**Figura 2**



**Figura 3**

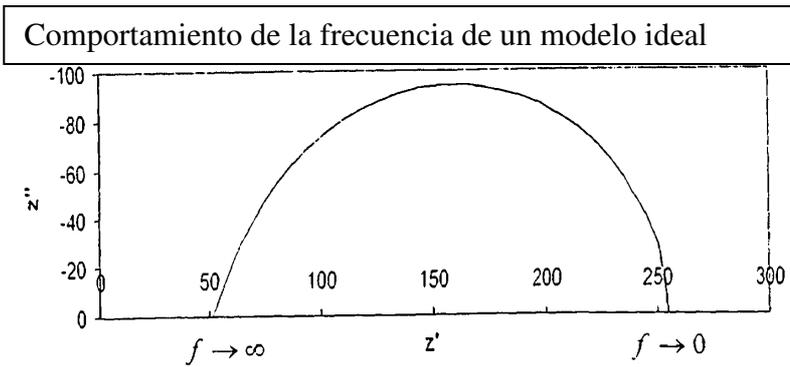


**Figura 4**

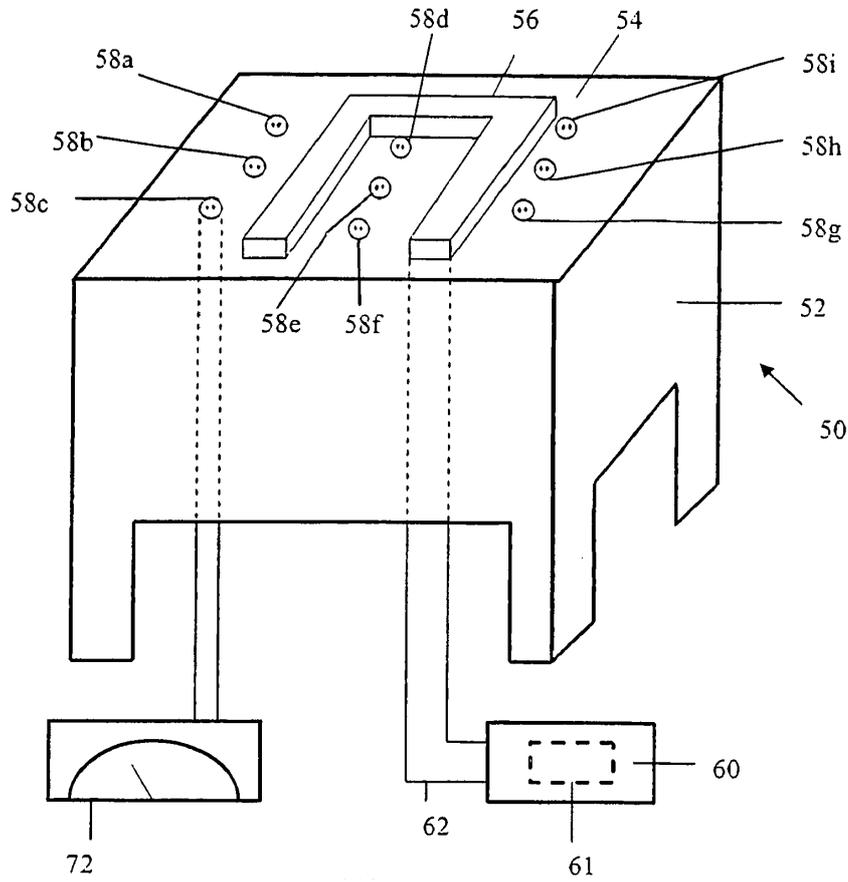


**Figura 5**

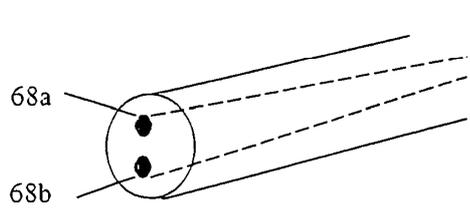
$$Z' = \frac{R}{1 + \omega^2 C^2 R^2} + R + \frac{R}{1 + \omega^2 C^2 R^2}$$



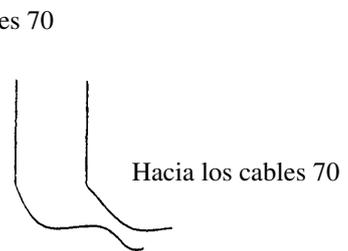
**Figura 6**



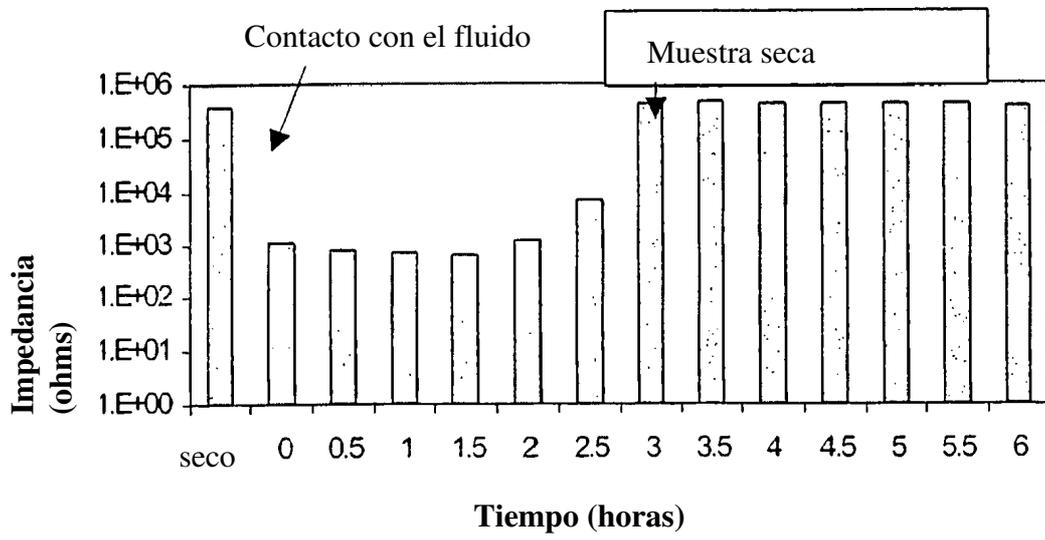
**Figura 7**



**Figura 8a**



**Figura 8b**



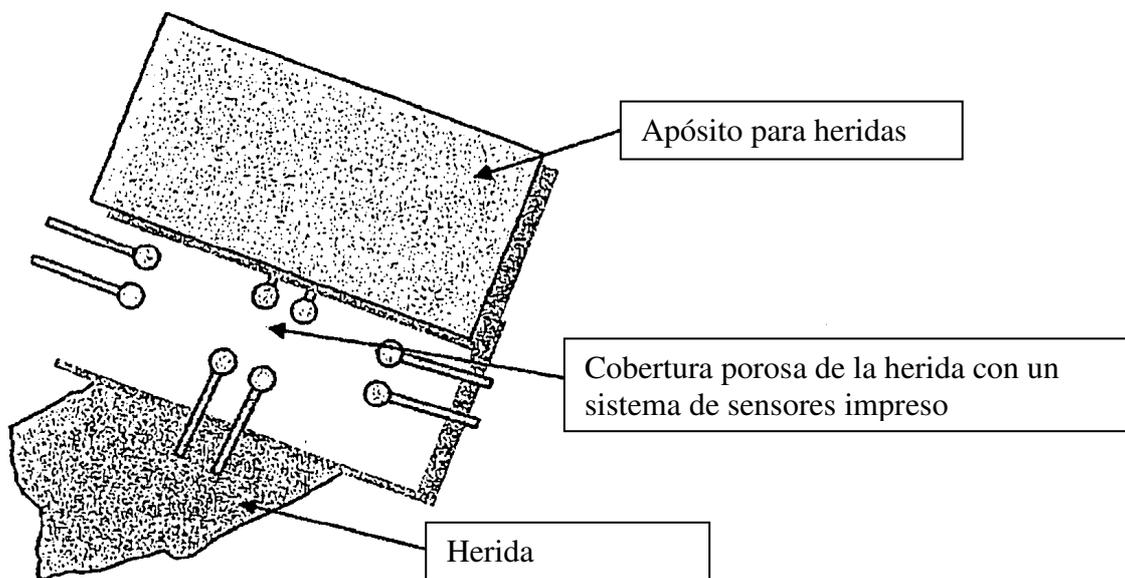
**Figura 9**

	0 horas	1 hora	4 horas	8 horas	12 horas	16 horas	20 horas	24 horas	Código
V1	8 4 3	8 4 3	8 4 3	8 4 3	8 4 3	8 4 3	8 4 3	8 4 3	Mojado
	7 T 2	7 T 2	7 T 2	7 T 2	7 T 2	7 T 2	7 T 2	7 T 2	Húmedo
	6 5 1 F	6 5 1 F	6 5 1 F	6 5 1 F	6 5 1	6 5 1	6 5 1	6 5 1	Seco
V2	8 4 3	8 4 3	8 4 3	8 4 3	8 4 3	8 4 3	8 4 3	8 4 3	Con fluido
	7 T 2	7 T 2	7 T 2	7 T 2	7 T 2	7 T 2	7 T 2	7 T 2	Temp
	6 5 1 F	6 5 1 F	6 5 1 F	6 5 1 F	6 5 1	6 5 1	6 5 1	6 5 1	
V3	8 4 3	8 4 3	8 4 3	8 4 3	8 4 3	8 4 3	8 4 3	8 4 3	
	7 T 2	7 T 2	7 T 2	7 T 2	7 T 2	7 T 2	7 T 2	7 T 2	
	6 5 1 F	6 5 1 F	6 5 1 F	6 5 1 F	6 5 1	6 5 1	6 5 1	6 5 1	
V4	8 4 3	8 4 3	8 4 3	8 4 3	8 4 3	8 4 3	8 4 3	8 4 3	
	7 T 2	7 T 2	7 T 2	7 T 2	7 T 2	7 T 2	7 T 2	7 T 2	
	6 5 1 F	6 5 1 F	6 5 1 F	6 5 1 F	6 5 1	6 5 1	6 5 1	6 5 1	
V5	8 4 3	8 4 3	8 4 3	8 4 3	8 4 3	8 4 3	8 4 3	8 4 3	
	7 T 2	7 T 2	7 T 2	7 T 2	7 T 2	7 T 2	7 T 2	7 T 2	
	6 5 1 F	6 5 1 F	6 5 1 F	6 5 1 F	6 5 1	6 5 1	6 5 1	6 5 1	

Figura 10

	0 horas	1 hora	4 horas	8 horas	12 horas	16 horas	20 horas	24 horas	Código
T1	8 4 3 7 T 2 6 5 1 F	8 4 3 7 T 2 6 5 1 F	8 4 3 7 T 2 6 5 1 F	8 4 3 7 T 2 6 5 1 F	8 4 3 7 T 2 6 5 1	Mojado			
									Húmedo
									Seco
T2	8 4 3 7 T 2 6 5 1 F	8 4 3 7 T 2 6 5 1 F	8 4 3 7 T 2 6 5 1 F	8 4 3 7 T 2 6 5 1 F	8 4 3 7 T 2 6 5 1	Con fluido F			
									Temp T
T3	8 4 3 7 T 2 6 5 1 F	8 4 3 7 T 2 6 5 1 F	8 4 3 7 T 2 6 5 1 F	8 4 3 7 T 2 6 5 1 F	8 4 3 7 T 2 6 5 1				
T4	8 4 3 7 T 2 6 5 1 F	8 4 3 7 T 2 6 5 1 F	8 4 3 7 T 2 6 5 1 F	8 4 3 7 T 2 6 5 1 F	8 4 3 7 T 2 6 5 1				
T5	8 4 3 7 T 2 6 5 1 F	8 4 3 7 T 2 6 5 1 F	8 4 3 7 T 2 6 5 1 F	8 4 3 7 T 2 6 5 1 F	8 4 3 7 T 2 6 5 1				

Figura 11



**Figura 12**