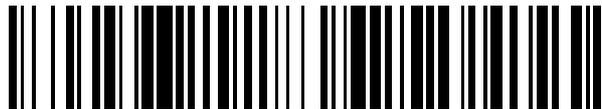


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 409 734**

51 Int. Cl.:

**A61B 5/0478** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.12.2006 E 06840965 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.05.2013 EP 2101640**

54 Título: **Gorro de electrodos secos para electroencefalografía**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**27.06.2013**

73 Titular/es:

**FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT ZUR  
FÖRDERUNG DER ANGEWANDTEN  
FORSCHUNG E.V. (100.0%)  
Hansastraße 27c  
80686 München, DE**

72 Inventor/es:

**POPESCU, FLORIN;  
FAZLI, SIAMAC;  
BADOWER, YAKOB y  
MUELLER, KLAUS R.**

74 Agente/Representante:

**CARPINTERO LÓPEZ, Mario**

**ES 2 409 734 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

Gorro de electrodos secos para electroencefalografía

La invención se refiere a un gorro de electrodos para electroencefalografía el cual hace posible el contacto con la cabeza de una persona o de un animal sin la aplicación de un gel conductor entre el cuero cabelludo y el propio electrodo.

La solución no invasiva más habitual para recoger datos de electroencefalografía (EEG), aplicada en investigación biomédica y hospitales, es el electrodo húmedo que comprende una placa de metal revestida con Ag. Este electrodo húmedo requiere que se aplique un gel entre la piel y el electrodo para hacer posible el intercambio de iones en la superficie de contacto. El uso de dicho gel es molesto para un uso diario de los electrodos: requiere una preparación retardataria antes de que se lleve a cabo cualquier registro de EEG; el gel se seca con el paso del tiempo y, por tanto, necesita ser rellenado en largas aplicaciones de los electrodos sobre el cuero cabelludo. Así mismo, se ha constatado que el contacto prolongado con la piel produce irritación.

Una propuesta alternativa para la recogida de datos para EEG es el uso de unos sensores que operan con un desplazamiento de corriente, esto es una transducción capacitiva, en lugar de la corriente de carga como era el caso del ejemplo anterior. Estos tipos de electrodos no requieren un contacto físico con la fuente de señal. Sin embargo, la ventaja de la independencia de contacto con el cuerpo acarrea el inconveniente de que el ruido de fondo registrado junto con las señales fisiológicas es elevado.

Todas las demás soluciones implican el contacto con la piel. Algunas hacen uso de un material cerámico NASICON. La propiedad específica de interés del material de NASICON (acrónimo de Na Super Ionic Conductor) es su muy elevada conductividad de iones  $\text{Na}^+$  incluso a temperatura ambiente. El lado negativo de utilizar este material es un desajuste de la impedancia más elevado con la piel que en el caso de los electrodos húmedos habituales.

La técnica de microfabricación ha producido resultados satisfactorios en la miniaturización de los sensores de tamaño real. Como ejemplos interesantes, Griss et al. desarrollaron un electrodo seco que evita el uso de gel electrolítico y al mismo tiempo fija el electrodo a la superficie del cráneo con la fiabilidad suficiente para evitar artefactos de movimiento, haciendo uso de espigas microfabricadas sobre la superficie del electrodo (Griss P et al., "Caracterización de electrodos potenciales con púas micromecanizadas", ["Characterization of micromachined spiked biopotential electrodes"], Biomedical Engineering, IEEE Transactions en Volumen 49, Número: 6 de junio de 2002).

Existe una diferencia de potencial más elevada medida entre un par de dichos electrodos que en el caso de los electrodos húmedos estándar lo cual podría deberse a la influencia del potencial de las membranas conductoras del sudor existentes en la dermis. A pesar de este hecho, parece que el sudor de la piel no produce tanta variación sobre la impedancia del electrodo como sucede en los electrodos de Ag / AgCl. Las púas pinchan las capas externas de la piel pero evitan penetrar en la dermis, donde se encuentran los nervios y los vasos sanguíneos. De esta manera, se consiguen unas mediciones de potenciales exentas de dolor, evitando la alta impedancia procedente de las capas exteriores de la piel.

El documento EP 0 541 393 A1 describe una pieza para la cabeza para efectuar unas mediciones de EEG de un paciente incluyendo un sistema de posicionamiento de electrodos que requiere el uso de una pluralidad de electrodos en posiciones anatómicas predeterminadas sobre la cabeza. La pieza para la cabeza comprende una pluralidad de tiras que se extienden longitudinal y transversalmente para formar un patrón que presenta unas aberturas en su interior. Una pluralidad de conjuntos de electrodos está montada sobre las tiras en posiciones separadas.

El documento GB 1 322 472 describe un arnés para la cabeza de EEG el cual permite la movilidad del paciente mientras se sitúan de forma automática los electrodos sobre la propia zona de la cabeza del paciente. El arnés comprende un bastidor que incorpora un miembro derecho del bastidor y un miembro izquierdo del bastidor conformados, cuando se encuentran en posición cerrada para rodear la cabeza de la persona. Así mismo, comprende unos medios para interconectar de forma basculante los miembros derecho e izquierdo. Así mismo, el arnés para la cabeza comprende una pluralidad de electrodos incorporados por los miembros de bastidor izquierdo y derecho.

Otra solución hace uso de unos nanotubos de carbono. En una configuración similar, una población de nanotubos de carbono se utiliza como sondas que, al pinchar las capas superficiales de la dermis se comportan como los propios transductores.

Por tanto, el problema que debe ser resuelto por la presente invención consiste en proporcionar un dispositivo asequible que se pueda fabricar con facilidad el cual pueda ser situado sobre la cabeza en pocos minutos, sea cómodo, lleve a cabo un contacto con la piel a largo plazo fiable sin dolor, y proporcione una precisión suficiente en el registro de la actividad del cerebro para aplicaciones, como por ejemplo en las interfaces cerebro - computadora.

Este problema se resuelve mediante el gorro de electrodos de acuerdo con la reivindicación 1 y el procedimiento de contacto de acuerdo con la reivindicación. Formas de realización ventajosas del gorro de electrodos y del procedimiento se ofrecen mediante las respectivas reivindicaciones dependientes.

5 La presente invención se basa en la idea de que el resultado óptimo de una medición de electroencefalografía (EEG) junto con una máxima comodidad para el paciente que lleva el gorro se consigue si la fuerza que cada aguja ejerce sobre el cuero cabelludo del paciente es uniforme para todos los grupos o grupos de electrodos y puede ser ajustada.

10 De acuerdo con la presente invención, esto se consigue mediante el montaje o mediante el soporte de los electrodos sobre un medio de retención de los electrodos por medio de al menos una articulación elástica. Los electrodos presionan hacia abajo sobre la superficie del cuero cabelludo por una fuerza elástica, como por ejemplo la de un resorte o la de una presión neumática.

El medio de retención de los electrodos puede, de modo preferente, comprender un medio de fijación a la cabeza, como por ejemplo una correa ajustable a la cabeza que quede apretada alrededor de la frente, de los lados y de la parte trasera de la cabeza y haga posible fijar el gorro de electrodos para la cabeza con una presión ajustable.

15 De modo preferente, los electrodos son montados sobre el medio de retención de los electrodos con la ayuda de uno o más medios de conexión, los cuales, de modo preferente, son o consisten en un pequeño número, por ejemplo de 2 a 30 brazos de retención. Dado que muchos brazos pueden ser utilizados de forma que puedan ser ajustados sin interferir entre sí físicamente. Estos brazos de retención son fijados al medio de fijación a la cabeza o a la correa de la cabeza con un extremo mientras que el otro extremo incorpora los electrodos. Los electrodos pueden ser fijados a  
20 los brazos de retención directa o indirectamente por medio de otros componentes.

Es preferente que los brazos de retención comprendan dos patas los cuales estén conectadas entre sí por medio de una articulación elástica. La pata inferior del brazo, que es la pata que está conectada al medio de fijación a la cabeza se denomina soporte del brazo de electrodo. A este se fija una manga móvil del brazo de electrodo, que es la pata que incorpora los electrodos, por medio de una articulación rotoide o prismática. De modo preferente, ello  
25 hace posible que el extremo distal del brazo se desplace en perpendicular con respecto a la superficie del cuero cabelludo. Si las patas de los brazos son rectas, estas incluyen, de modo preferente, un ángulo que se abre en la dirección de la cabeza. Las articulaciones elásticas de las patas de un brazo puede ser una articulación rotoide o una articulación basculante cuyo eje geométrico de rotación sea perpendicular a las patas y tangencial a la cabeza.

30 Es preferente que un cordón de torsión productor de un par de torsión o un resorte torsional ajustable de forma similar quede ajustado entre los pares de patas adyacentes de un brazo los cuales estén conectados entre sí mediante una articulación elástica. Ello hace posible aplicar un momento de flexión alrededor de esta articulación elástica la cual conecta las dos patas. Mediante el ajuste de la longitud de dicho cordón o resorte, se puede ajustar la presión que los electrodos aplican sobre el cuero cabelludo de la cabeza. El cordón o resorte puede tener una determinada rigidez elástica  $K_{EAFc}$  y un punto cero  $X_{OEAFc}$  cualquiera de las cuales puede ser ajustable a mano por  
35 medio de un tornillo de apriete o un mecanismo engranado.

Así mismo, es posible que la articulación existente entre dos patas adyacentes sea una articulación prismática, la cual puede ser desplazada, de forma preferente, en la dirección de la cabeza del paciente. Dicha articulación prismática comprende un taladro o cilindro en una pata en el cual una parte de la otra pata es guiada en una dirección, por ejemplo, en la dirección de la longitud de la pata.

40 Entre las dos patas, se puede disponer un muelle o algún otro elemento flexible, el cual se expanda o contraiga si las patas son desplazadas una contra otra. Así mismo, es posible conectar dos patas vecinas de un brazo mediante un cordón flexible, de modo similar al esbozado con respecto a la articulación basculante, con anterioridad. De esta forma, se puede aplicar una fuerza en la dirección en la que puede ser desplazada la articulación prismática. Esta fuerza puede actuar en la dirección de la fuerza elástica del elemento elástico o en la dirección opuesta. Mediante el  
45 ajuste de la longitud de dicho cordón, la presión que los electrodos aplican al cuero cabelludo de la cabeza puede ser ajustada. Este cordón, así mismo, puede presentar una cierta rigidez elástica  $K_{EAFc}$  y un punto cero  $X_{OEAFc}$  cualquiera de las cuales se puede ajustar a mano por medio de un anillo de apriete o un mecanismo engranado.

Los electrodos individuales están agrupados en grupos de forma que cada grupo comprende una parte de los electrodos. Una pluralidad de los electrodos de cada grupo es, de modo preferente, igual pero, así mismo, puede ser  
50 diferente.

Los electrodos que pertenecen al mismo grupo se mantienen mediante un medio de retención del grupo común, el cual retiene todos los electrodos de este grupo. Los medios de retención del grupo están cada uno montado directa o indirectamente sobre el medio de retención del electrodo por medio de al menos una articulación elástica. De acuerdo con lo analizado con anterioridad, este medio de retención puede ser un medio de retención de los  
55 electrodos en el que las diferentes patas estén conectadas por medio de articulaciones elásticas.

Los medios de retención del grupo comprenden al menos una articulación elástica por medio de la cual están montados sobre el medio de retención de los electrodos o del brazo de retención. Dicha articulación elástica puede

5 ser una articulación esférica semirrígida o una articulación en rótula virtual la cual es una estructura elástica que, con la ayuda de su elasticidad, proporciona el mismo movimiento que una articulación en rótula sobre el extremo distal de una pata fijada a la articulación. Su respuesta a las deflexiones es equivalente a la de una articulación en rótula cargada por resorte. Dicha articulación puede ser desplazada alrededor de un primer eje geométrico paralelo a la longitud de los electrodos, esto es, paralelo a la dirección de la fuerza mediante la cual los electrodos son presionados contra la cabeza. Para esta dirección, la articulación, presenta, una determinada rigidez torsional  $K_S$ . Así mismo, es posible que la articulación se pueda desplazar al menos alrededor de un eje geométrico perpendicular a la dirección en la cual la fuerza actúa aplicando una presión sobre la cabeza. En esta dirección, la articulación presenta una rigidez torsional  $K_T$ . Si la articulación puede ser desplazada alrededor de un eje geométrico perpendicular a la longitud de los electrodos, la superficie la cual se describe por las puntas de los electrodos puede ajustar su orientación a la pendiente de la cabeza en la posición en la que los electrodos son aplicados. Es preferente que la rigidez torsional alrededor del eje geométrico perpendicular a la longitud de los electrodos  $K_T$  sea considerablemente mayor que la rigidez torsional  $K_S$  alrededor del eje geométrico paralelo a la longitud de los electrodos. De esta forma, se puede impedir que el medio de retención del grupo rote excesivamente alrededor de una dirección normal con respecto a la superficie del cuero cabelludo.

20 De modo preferente, los electrodos de un grupo determinado se agrupan en subgrupos o haces cada uno de los cuales contiene el mismo número de electrodos o un número similar de electrodos con longitudes paralelas. Los electrodos son perpendiculares con respecto a la superficie sobre la cual están situados. Puede haber dos, tres o más haces de electrodos en un grupo. Dentro de un haz, los electrodos pueden estar dispuestos de una forma que presente un perfil circular, elíptico, triangular o rectangular. Los electrodos dentro de un haz pueden estar dispuestos en circuitos concéntricos o algunos electrodos pueden estar dispuestos alrededor de un electrodo central. Sin embargo, así mismo, son posibles otras posiciones de los electrodos dentro de un haz. Si es necesario, los electrodos pueden estar dispuestos en el medio de retención de un haz, el cual puede estar dispuesto en el medio de retención del grupo por medio de una articulación que puede ser una articulación elástica. Si los electrodos están formando haces, el contacto con la piel se asegura a pesar del pelo y de las irregularidades de la superficie. Cada aguja adicional añade más superficie de contacto potencial entre el metal y la piel, reduciendo de esta manera la impedancia eficaz de los electrodos.

30 Un medio de retención del grupo puede comprender dos, tres o más haces de electrodos. Si hay tres haces, estos pueden estar situados en las esquinas de un triángulo, de forma preferente en un triángulo equilátero. En esta configuración, el medio de retención del grupo puede presentar una estructura en Y, esto es una estructura con tres patas rectas que coincidan con un extremo en un punto y, de modo preferente, tengan la misma longitud. Los ángulos entre las patas son todos, de modo preferente, iguales.

Cualquier medio de retención del grupo con forma de Y hace posible que cada rama de la Y se sitúe en contacto con el cuero cabelludo de forma independiente, cuando la articulación esférica lo permita.

35 La rigidez relativa entre los electrodos de un haz es alta, aunque la rigidez de la manga en movimiento del entero brazo de electrodos del haz sea relativamente baja.

Si los haces incorporan tres electrodos, estos pueden, así mismo, quedar situados en las esquinas de un triángulo, el cual es, de modo preferente, un triángulo equilátero. El centro de este triángulo marca el emplazamiento del haz.

40 Es preferente que cada electrodo aislado sea elásticamente soportado. De esta forma, los electrodos pueden ser guiados en un miembro que guíe los electrodos en la dirección axial de su longitud que es básicamente la dirección axial del cuero cabelludo. Dentro de las guías los electrodos son soportados sobre un elemento elástico el cual es elástico en la dirección en la cual los electrodos se pueden desplazar dentro de la guía. El electrodo está, de esta manera, dispuesto como un pistón dentro de un cilindro. El elemento elástico puede ser un resorte el cual esté situado dentro de un miembro de guía situado por detrás del electrodo en la dirección de la longitud axial del electrodo.

45 Como alternativa, los electrodos pueden ser virtualmente comprimibles, esto es, son elásticamente deformables. Aquí, los electrodos pueden ser agujas de metal delgadas.

Es preferente que los electrodos estén revestidos o chapados en un material de gran conductancia como por ejemplo oro, platino, plata, cloruro de plata y otros metales preciosos, aleaciones y / o nanopartículas conductoras.

50 El medio de retención de los electrodos comprende, de modo ventajoso, un medio de fijación para la fijación del gorro de electrodos a la cabeza. El medio de fijación a la cabeza puede comprender una correa para la cabeza.

55 Es preferente que los medios de conexión por medio de los cuales están montados sobre los electrodos sobre el medio de retención de los electrodos comprenda al menos un brazo de retención cuyo extremo esté fijado a un medio de fijación a la cabeza y el otro extremo directa o indirectamente incorpore al menos algunos de los electrodos o al menos un grupo de electrodos.

Las al menos dos patas del brazo de retención están, de modo preferente, conectadas entre sí en un ángulo que se abre en la dirección de la cabeza.

De manera ventajosa, el gorro de electrodos comprende al menos un cordón flexible y / o un resorte torsional el cual conecta dos patas adyacentes del al menos un brazo de retención las cuales están conectadas entre sí por una articulación, y por medio de la cual es aplicable un momento de flexión alrededor de la articulación elástica que conecta las dos patas adyacentes.

- 5 Al menos una de la al menos una articulación elástica puede ser una articulación prismática la cual pueda ser desplazada en la dirección de la cabeza.

De modo preferente, los electrodos de al menos un grupo de electrodos están agrupados en al menos dos haces.

El medio de retención del grupo puede presentar una estructura en Y, de forma que los tres haces estén situados en los extremos de las patas de la estructura en Y.

- 10 Al menos un electrodo de la mayoría de electrodos de un haz, un grupo o todos los electrodos, respectivamente, son, de manera preferente, guiados por separado dentro de un miembro de guía, que guía los electrodos en la dirección axial de sus longitudes, y soportados sobre un elemento elástico que es elástico en la dirección de estas longitudes.

- 15 El elemento elástico puede ser un resorte uno de cuyos extremos esté fijado en un medio de retención de los electrodos y el otro extremo esté en contacto con los electrodos.

De modo preferente, los electrodos son elásticamente soportados por medio de unas piezas amovibles y / o unos resortes y / o que los electrodos sean virtualmente comprimibles.

Todos los electrodos o todos los electrodos de al menos un grupo o todos los electrodos de al menos un haz pueden, de modo preferente, estar conectados entre sí.

- 20 Así mismo, es posible que los electrodos o que los electrodos de cada grupo de electrodos de cada haz estén agrupados en dos partes, de manera que los electrodos de cada parte estén conectados eléctricamente entre sí y de forma que se pueda aplicar una tensión entre las dos partes.

Los electrodos están, de modo preferente, revestidos o chapados en un material de gran conductancia, como oro, platino, plata, cloruro de plata, metales preciosos, aleaciones o nanopartículas conductoras.

- 25 Los electrodos están previstos para medir las señales eléctricas en una electroencefalografía. Con este fin, los electrodos pueden estar cableados en una configuración unipolar en la cual todas las agujas de un haz estén en contacto entre sí. A continuación se puede medir una tensión con referencia a tierra. Como alternativa, los electrodos pueden estar dispuestos en una configuración bipolar en la que los electrodos de un haz, un grupo o todos los electrodos estén separados en dos grupos, de forma que los electrodos de un grupo estén eléctricamente conectados entre sí y los electrodos del otro grupo estén eléctricamente conectados entre sí para que pueda ser medida una tensión entre los electrodos de los dos grupos.

- 30

### **Breve descripción de las figuras**

La fig. 1 muestra un gorro de electrodos de acuerdo con la presente invención montado sobre la cabeza de un paciente.

- 35 La fig. 2 muestra una correa para la cabeza con un brazo de retención el cual comprende una articulación basculante.

La fig. 3 muestra una correa para la cabeza con un brazo de retención el cual comprende una articulación prismática.

La fig. 4 muestra un medio de retención del grupo con tres haces de electrodos.

- 40 La fig. 5 muestra un medio de retención del grupo que es deformable alrededor de un eje geométrico paralelo a la longitud de los electrodos.

La fig. 6 muestra un gorro de electrodos montado sobre la cabeza de un paciente visto desde arriba.

La fig. 7 muestra tres electrodos soportados eléctricamente.

- 45 La fig. 8 muestra unos electrodos virtualmente comprimibles montados sobre un medio de retención del grupo.

La fig. 9 muestra una configuración unipolar de un haz de electrodos.

La fig. 10 muestra una configuración bipolar de los electrodos en un haz.

**Descripción detallada de los dibujos**

La fig. 1 muestra un gorro de electrodos de acuerdo con la presente invención montado sobre la cabeza 2 de una persona. El gorro de electrodos comprende una correa 1 para la cabeza la cual discurre sobre la cabeza 2. Sobre los lados opuestos de la correa 1 para la cabeza, están fijados dos brazos 3a y 3b de retención. Los brazos 3a y 3b de retención comprenden cada uno cuatro patas 4a y 5a así como 4b y 5b las cuales están conectadas entre sí por medio de unas articulaciones 6a, 6b rotoideas. Las patas 4a y 4b inferiores, las cuales son patas de soporte, están fijadas a la correa 1 para la cabeza con un lado y a las articulaciones 6a y 6b, respectivamente con el otro lado. Las segundas patas 5a y 5b, las cuales son unas mangas móviles del brazo de electrodos, incorporan los medios 7a, 7b de retención del grupo. Aquellas tienen la forma de árboles de tres ramas sobre los cuales están acomodados tres haces de electrodos en los extremos de sus patas.

El soporte 4a, 4b del brazo de electrodos y la manga 5a, 5b móvil del brazo de electrodos están cada uno dispuestos en un ángulo que se abre en la dirección de la cabeza. Entre las dos patas 4a y 5a, así como 4b y 5b, se estira un cordón 8a, 8b de flexión. Mediante estos cordones 8a, 8b de flexión puede ser ajustada la presión mediante la cual los electrodos son presionados sobre la cabeza 2.

La fig. 2 muestra con detalle el brazo 3a de electrodos. El brazo 3a de electrodos está montados sobre la correa 1 para la cabeza. Comprende una primera pata 4a y una segunda pata 5a, las cuales están conectadas entre sí por medio de una articulación 6a basculante. Entre el soporte 4a del brazo de electrodos y la manga 5a móvil del brazo de electrodos, un cordón 8a de flexión está estirado el cual dobla el brazo 3a de electrodos alrededor de la articulación 6a. El ángulo entre las patas 4a y 5a puede ser ajustado mediante la modificación de la tensión del resorte 8a. El cordón 8a de flexión puede ser en sí mismo elástico con una rigidez elástica  $K_{EAFC}$ . La tensión del cordón 8a puede ser ajustada a mano con el tornillo 9 de apriete.

La fig. 3 muestra una construcción alternativa del brazo 3, la cual se corresponde con los brazos 3a y 3b de las figuras anteriores. La primera pata 4a, la cual es el soporte del brazo de electrodos, está conectada con la segunda pata 5a por medio de una articulación 10 prismática. La articulación 10 prismática se forma mediante un taladro en el primer brazo 4a dentro del cual el segundo brazo 5a es guiado en la dirección de su longitud. De nuevo aquí las patas 4a y 5a están conformadas en un ángulo que se abre en la dirección de la cabeza. Así mismo, el soporte del brazo de electrodos puede disponerse en un ángulo, que se abra en la dirección de la cabeza. El segundo brazo 5a incorpora un medio 7 de retención del grupo por medio de una articulación 13 esférica semirrígida. El medio 7 de retención del grupo incorpora los electrodos 12.

Entre el medio 7 de retención del grupo y el primer brazo 4a, está situado un resorte 11 situado en paralelo con el segundo brazo 5a, de modo preferente, rodeando el segundo brazo 5a. Este resorte 11, por tanto, se contrae o se expande si se aplica una fuerza sobre el segundo brazo 5a en la dirección de su longitud. Esto sucede, por ejemplo, cuando los electrodos 12 son presionados contra la cabeza de un paciente.

La fig. 4 muestra un medio de retención del grupo que incorpora tres haces de electrodos 12. Cada haz comprende tres electrodos 12 los cuales están situados en las esquinas de un triángulo, por ejemplo un triángulo equilátero. La parte superior de la figura muestra la vista en perpendicular con respecto a la longitud de los electrodos mientras que la parte inferior de la figura muestra una vista desde arriba. Se puede apreciar a partir de la parte inferior de la figura, que el medio 7 de retención del grupo presenta una estructura en Y con tres patas 14a, 14b, 14c, de igual longitud las cuales están dispuestas en ángulos iguales entre sí. La estructura 7 de retención presenta una articulación 13 esférica semirrígida, la cual está conectada con el brazo 3 de retención.

La articulación 13 esférica semirrígida es elásticamente amovible alrededor de un eje geométrico 16 el cual es paralelo a los electrodos 12 así como a uno o dos ejes geométricos 15a y 15b los cuales son perpendiculares a la dirección de los electrodos 12. La rigidez torsional  $K_T$  del primer eje geométrico es considerablemente mayor que la del segundo eje geométrico  $K_S$ , de manera similar a los pares de torsión producidos en respuesta al movimiento por una articulación elástica en U.

La fig. 5 muestra una construcción alternativa del medio 7 de retención del grupo. Aquí, el medio 7 de retención está fijo en una articulación 17 en rótula virtual. Una articulación en rótula virtual es una estructura elástica la cual, a la causa de su elasticidad, proporciona el mismo movimiento que una articulación en rótula sobre el extremo distal de una pata fijada a la articulación. Su respuesta a las deflexiones es equivalente a la de una articulación en rótula cargada por resorte.

El elemento 17 puede ser doblado alrededor de al menos un eje geométrico perpendicular a los electrodos 12 y puede, así mismo, ser flexible alrededor de un eje geométrico paralelo a los electrodos 12.

La fig. 6 muestra un gorro de electrodos de acuerdo con la presente invención visto por encima de la cabeza del paciente. La configuración mostrada es una muestra para aplicaciones BCI que utilizan "visualización motora". La correa 1 para la cabeza discurre alrededor de la cabeza del paciente y se cierra con un medio 18 de cierre. Esto puede hacer posible el ajuste de la correa 1 para la cabeza. Los brazos 3a y 3b de electrodos incorporan los medios 7a y 7b de retención del grupo en los cuales están dispuestos los electrodos 12. En el ejemplo mostrado, los medios

7a y 7b de retención del grupo presentan la estructura en Y descrita con anterioridad. La configuración hace posible el acceso a las zonas frontal y lateral del cuero cabelludo y por tanto del cerebro.

5 La fig. 7 muestra los electrodos que son elásticamente soportados a lo largo de su eje geométrico por medio de unas piezas móviles y de unos elementos elásticos. Los electrodos 12a, 12b y 12c están situados en un medio 7 de retención y están, cada uno, situados dentro de los miembros 19a, 19b y 19c de guía los cuales únicamente permiten que los electrodos se desplacen en la dirección de su longitud axial. Los electrodos son soportados en contacto con unos elementos elásticos, como por ejemplo los resortes 20a, 20b y 20c, los cuales están fijos en los medios 19a, 19b, 19c de guía con un extremo y están en contacto con los electrodos 12a, 12b y 12c con el otro extremo, respectivamente. Los electrodos 12a, 12b, 12c pueden, por lo tanto, desplazarse dentro de los tubos 19a, 19b, y 19c cilíndricos como un pistón dentro de un cilindro. El ejemplo muestra solo tres electrodos, sin embargo, se puede situar un número indeterminado de electrodos dentro de un haz, un grupo o el gorro de electrodos.

10 La Fig. 8 muestra los electrodos virtualmente comprimibles como una alternativa de los electrodos soportados elásticamente. La parte izquierda de la fig. 8 muestra aquellos electrodos 12a, 12b, 12c montados sobre un medio de retención 7 si no se aplicara ninguna fuerza a los electrodos. El lado derecho de la figura 8 muestra la misma configuración si la fuerza se aplica a los electrodos 12a a 12c. Aquí, los electrodos son en sí mismos elásticos, esto es, se doblan elásticamente cuando se aplica una fuerza. En otras palabras, los electrodos pueden desviarse por medios similares a los indicados mediante la flexibilidad de la forma y el material a partir de los cuales están fabricados.

15 La figura 9 muestra una configuración unipolar de electrodos en un haz. Seis electrodos 12a a 12f están agrupados alrededor de tres electrodos 12g a 12i. Todos los electrodos están eléctricamente conectados entre sí y se puede medir una tensión  $V_U$  con referencia a tierra.

20 La figura 10 muestra una configuración bipolar de electrodos en un haz. Los electrodos están agrupados en dos partes, las cuales forman los dos polos entre los cuales puede medirse la tensión  $V_b$ . Los electrodos 12a y 12b pertenecen a un polo mientras que los electrodos 12c y 12d pertenecen al otro polo. Los electrodos de cada parte están eléctricamente conectados entre sí.

25 El gorro de electrodos, de acuerdo con la presente invención, es aplicable siempre que resulten convenientes unos registros de electroencefalografía con una preparación mínima y de larga duración, esto es una duración superior a, por ejemplo, dos horas. De este tipo son por ejemplo el diagnóstico médico y la monitorización, las interfaces de cerebro - computadora (BCI), determinan la detección o monitorización de la atención de usuario en una operación de máquinas de seguridad crítica. El gorro de electrodos de acuerdo con la presente invención no requiere un gel conductor entre el cuero cabelludo y los electrodos, y la fuerza que cada aguja de electrodo ejerce sobre el cuero cabelludo es uniforme y no provoca dolor al paciente aunque los electrodos estén en contacto estable con la piel. El nivel de fuerza o la fuerza global aplicada por determinados grupos de electrodos es ajustable.

35

REIVINDICACIONES

- 5 1.- Gorro de electrodos para entrar en contacto con el cuero cabelludo de una cabeza (2) en una electroencefalografía con una pluralidad de electrodos (12) con forma de aguja para contactar con el cuero cabelludo, y un medio de retención de los electrodos, en el que los electrodos están montados sobre el medio de retención de los electrodos por medio de al menos una articulación elástica, en el que los electrodos están agrupados en uno o más grupos,
- 10 en el que los electrodos de cada grupo están montados sobre un medio (7) de retención del grupo común y en el que los medios (7) de retención del grupo están cada uno montado sobre el medio de retención de los electrodos por medio de al menos una articulación (13) elástica, **caracterizado porque** esta articulación (13) elástica es una articulación esférica semirrígida o una articulación en rótula virtual la cual puede desplazarse alrededor de un eje geométrico paralelo a la longitud de los electrodos de este grupo con una rigidez torsional  $K_S$  y/o alrededor de al menos un eje geométrico perpendicular a la longitud de los electrodos con una rigidez torsional de  $K_T$ .
- 15 2.- El gorro de electrodos de acuerdo con la reivindicación precedente, **caracterizado porque** los electrodos (12) están montados sobre el medio de retención de los electrodos con la ayuda de al menos un medio de conexión.
- 20 3.- El gorro de electrodos de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** el medio de conexión comprende al menos un brazo (3a, 3b) de retención uno de cuyos extremos está fijado a un medio (1) de fijación a la cabeza para fijar el gorro de electrodos a la cabeza y el otro extremo directa o indirectamente incorpora al menos alguno de los electrodos (12) o al menos un grupo de electrodos, y porque el al menos un brazo (3a, 3b) de retención comprende al menos dos patas (4a, 4b, 5a, 5b) las cuales están conectadas entre sí en fila por medio de una entre las al menos unas articulaciones (6a, 6b) elásticas,
- 25 y porque una primera pata (4a, 4b) la cual está conectada únicamente a otra pata (5a, 5b) está fijada al medio (1) de fijación a la cabeza en su extremo distal con respecto a la articulación (6a, 6b) elástica mediante la cual está conectada a la otra pata (5a, 5b),
- 30 y porque la segunda pata (5a, 5b), la cual está conectada únicamente a la otra pata (4a, 4b) incorpora al menos alguno de los electrodos (12) o al menos un grupo de electrodos.
- 4.- El gorro de electrodos de acuerdo con la reivindicación precedente, **caracterizado porque** la articulación (6a, 6b) elástica es una articulación rotoide o una articulación basculante cuyo eje geométrico de rotación es perpendicular a la longitud de las patas y tangencial a la cabeza (2).
- 35 5.- El gorro de electrodos de acuerdo con una de las reivindicaciones 3 a 4, **caracterizado porque** al menos una entre las al menos una articulaciones (6a, 6b) elásticas es una articulación prismática la cual puede desplazarse en la dirección de la cabeza (2) y **caracterizado por** al menos un elemento (8a) flexible o resorte
- 40 el cual conecta dos patas (4a, 5a, 4b, 5b) adyacentes del el al menos un brazo (3a, 3b) de retención los cuales están conectados entre sí por medio una articulación (6a, 6b) prismática, y
- el cual se contrae o se expande en la dirección en la cual puede desplazarse la articulación (6a, 6b) prismática.
- 35 6.- El gorro de electrodos de acuerdo con la reivindicación precedente, **caracterizado por** al menos un cordón (8a) de flexión el cual conecta dos patas (4a, 5a, 4b, 5b) adyacentes del al menos un brazo (3a, 3b) de retención las cuales están conectadas entre sí por medio de una articulación prismática (6a, 6b) y mediante la cual una fuerza puede ser aplicada en la dirección en la que la articulación (6a, 6b) prismática puede ser desplazada.
- 40 7.- El gorro de electrodos de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizado porque** los medios de retención del grupo comprenden al menos una segunda articulación elástica por medio de la cual están montados sobre el medio de retención de los electrodos o el medio de conexión.
- 45 8.- el gorro de electrodos de acuerdo con la reivindicación precedente, **caracterizado porque**  $K_T$  es mayor que  $K_S$ .
- 9.- El gorro de electrodos de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 8, **caracterizado porque** los electrodos (12) de un grupo están agrupados en tres haces los cuales están situados en las esquinas de un triángulo.
- 10.- El gorro de electrodos de acuerdo con la reivindicación precedente, **caracterizado porque** cada haz tiene tres electrodos (12) los cuales están situados en las esquinas de un triángulo.
- 50 11.- El uso de un gorro de electrodos de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes para electroencefalografía.

Figura 1

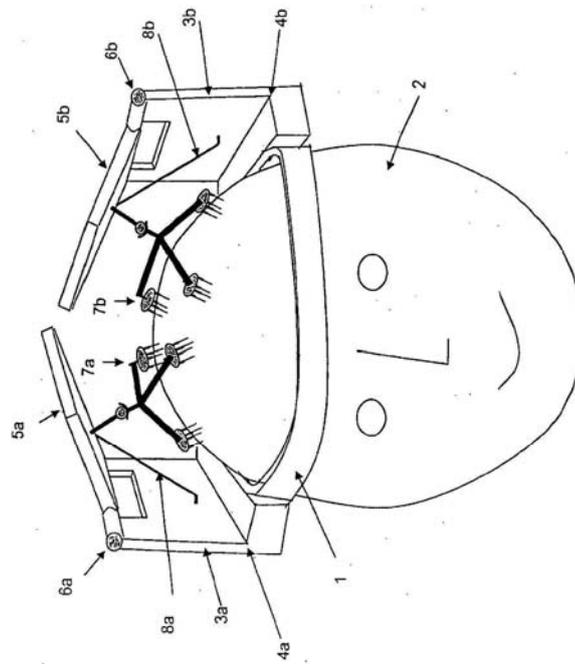


Figura 2

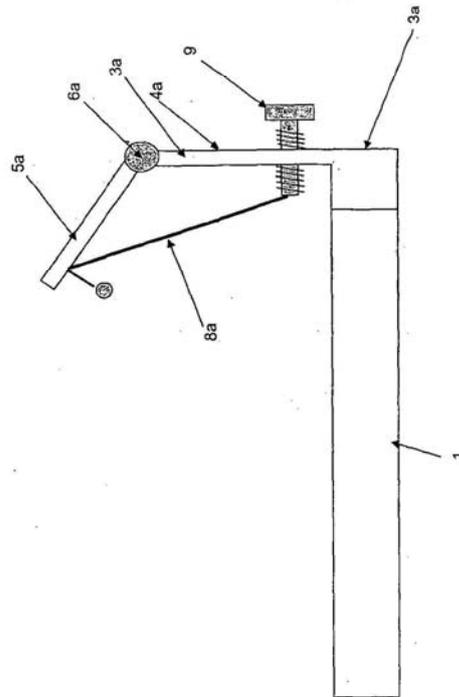


Figura 3

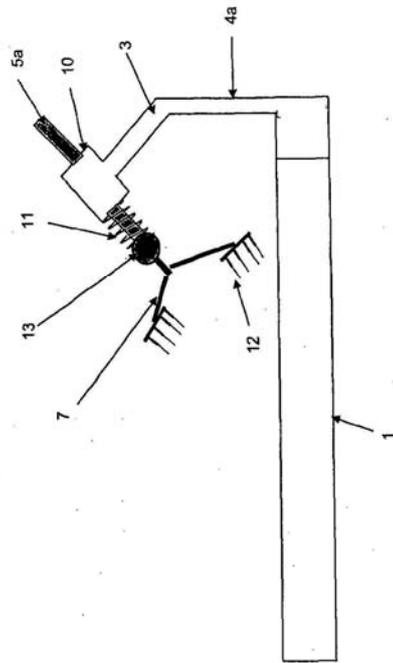


Figura 4

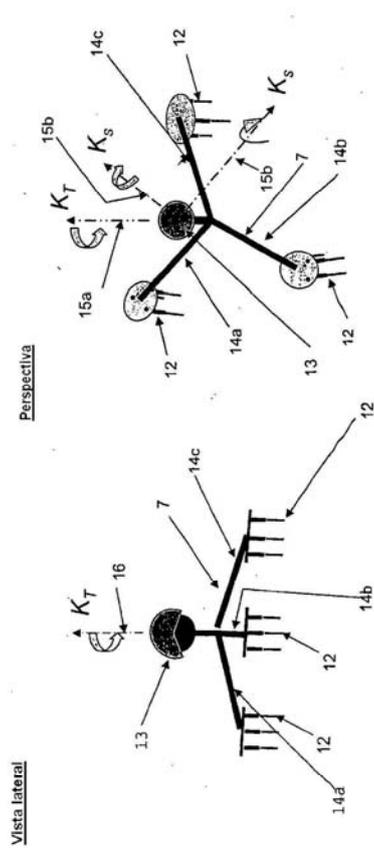


Figura 5

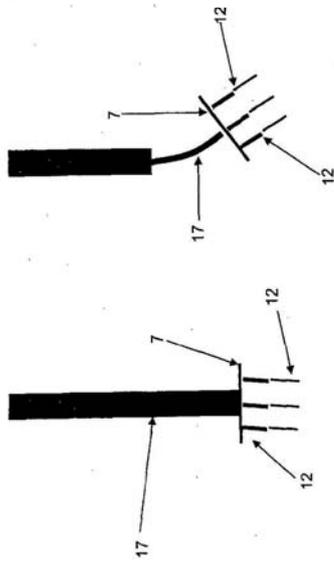


Figura 6

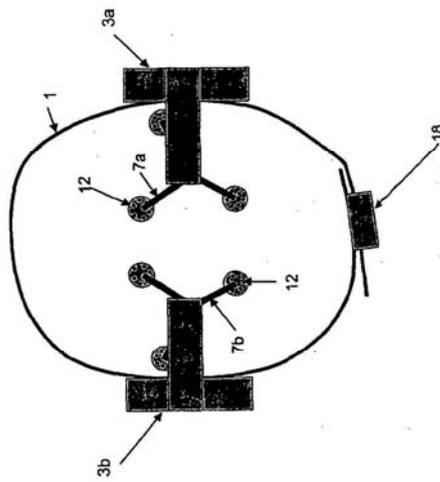


Figura 7

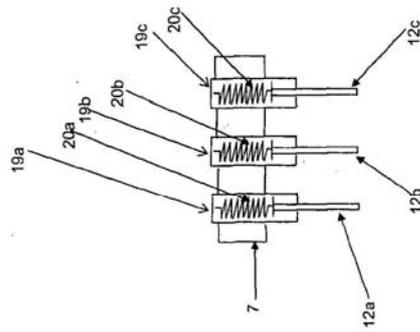


Figura 8

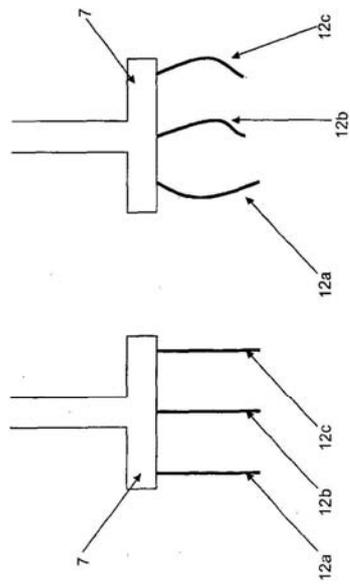


Figura 9

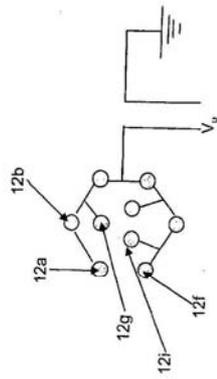


Figura 10

