

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 791 050**

51 Int. Cl.:

A61B 5/0488 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **22.07.2016 PCT/IB2016/001040**

87 Fecha y número de publicación internacional: **26.01.2017 WO17013486**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.07.2016 E 16760148 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.01.2020 EP 3324843**

54 Título: **Dispositivo portátil y método para medición de señales electromiográficas de un usuario**

30 Prioridad:

23.07.2015 EP 15380033

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

30.10.2020

73 Titular/es:

**UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
(100.0%)**

**C/ Jordi Girona 31
08034 Barcelona, ES**

72 Inventor/es:

**ROJAS MARTÍNEZ, MÓNICA y
MAÑANAS VILLANUEVA, MIGUEL ÁNGEL**

74 Agente/Representante:

TORNER LASALLE, Elisabet

ES 2 791 050 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

Dispositivo portátil y método para medición de señales electromiográficas de un usuario

5 Campo de la técnica

La presente invención concierne en general al campo de la electromiografía. En particular, la invención concierne a un dispositivo portátil para medición de señales electromiográficas (o señales electromiográficas de alta resolución, EMG-AR) a un usuario, a través de la integración, en dicho dispositivo portátil, de unos sensores y de unos circuitos electrónicos en un soporte laminar flexible, bicapa, proporcionando un elevado número de puntos de medida para la medición de las señales electromiográficas.

10

La invención también proporciona un sistema y un método para medir las señales electromiográficas de un usuario utilizando el dispositivo portátil propuesto.

15

Antecedentes de la invención

El documento de patente US-A1-20130317648 da a conocer un sistema y método para medir la acción muscular y gestual para controlar dispositivos robóticos o máquinas. El sistema puede ser utilizado por un usuario (por ejemplo, en una manga) e incluye varios sensores electromiográficos y al menos un sensor inercial. Los circuitos de alimentación, procesado y transmisión pueden estar contruidos en la misma manga y los datos de control pueden ser transmitidos de forma inalámbrica o guiada (por ejemplo por cable) a un dispositivo externo.

20

El documento de patente WO-A1-2013068804 divulga un dispositivo para medir señales electromiográficas, adaptado para la recepción, utilizando varios canales, de varias señales electromiográficas detectadas con varios electrodos dispuestos en un usuario. El dispositivo comprende un circuito de acondicionamiento, uno de conversión, uno de transmisión a una unidad central de control y una carcasa externa adaptada para alojar dichos circuitos. El circuito de acondicionamiento se puede montar de forma modular estableciendo una conexión en cascada con uno o más circuitos de acondicionamiento, de igual modo, los circuitos de conversión también pueden variar el número de canales electromiográficos. Los circuitos de acondicionamiento y conversión se pueden superponer de manera que se puedan limitar las dimensiones de la carcasa que los contiene para que puedan ser usados por el usuario.

25

30

Por el documento de patente CN-A-103393420 se conoce otro dispositivo para medición de señales electromiográficas formado por un conjunto de electrodos flexibles de alta densidad y un circuito de acondicionamiento de señal para el mismo. El circuito de acondicionamiento de señal comprende una matriz flexible de electrodos de alta densidad y un filtro para la amplificación de la misma. La matriz de electrodos recoge los potenciales de superficie en la posición correspondiente a los electrodos, y un amplificador operacional o un amplificador de instrumentación dispuesto sobre una placa flexible realiza la transformación de impedancia o la amplificación de la primera etapa. La matriz flexible de electrodos de alta densidad puede adquirir los potenciales superficiales de la piel de un usuario con alta calidad y bajo nivel de ruido, incluso en zonas irregulares.

35

40

El documento de patente WO-A2-2008017921 describe un sistema para la adquisición de señales bioeléctricas que prevé el uso de al menos un primer electrodo de detección, puesto en uso en una porción de la superficie de la piel para detectar señales bioeléctricas, y una estructura de conexión eléctrica para conectar el primer electrodo de detección a un dispositivo electrónico para el procesamiento, de las señales bioeléctricas. La estructura de conexión eléctrica tiene un primer elemento de conexión extraíble, basado en la interacción magnética. Tanto el primer electrodo de detección como el elemento de conexión extraíble están chapados con un material conductor como Ag o AgCl. El sistema de adquisición está dotado de un conjunto de electrodos de detección incorporados en un soporte de electrodo, y la estructura de conexión eléctrica tiene un conjunto correspondiente de elementos de conexión extraíbles incorporados en un soporte de imán; cada elemento de conexión extraíble se coloca, en uso, correspondiente a un electrodo de detección respectivo y está diseñado para interactuar magnéticamente con dicho electrodo de detección. A diferencia de la presente invención, el sistema descrito en esta solicitud de patente no realiza la digitalización de las señales bioeléctricas detectadas cerca de los electrodos de detección, sino que solo realiza la amplificación de las señales bioeléctricas detectadas para mejorar la relación señal/ruido. Al realizar la digitalización de las señales bioeléctricas detectadas cerca de los electrodos de detección, se evita la degradación de las señales bioeléctricas detectadas debido a su transmisión por el cable. Además, el sistema de esta solicitud de patente no incluye una unidad electrónica maestra que pueda controlar uno o más medios electrónicos, que es una unidad maestra electrónica para controlar el acondicionamiento, la digitalización y también la transmisión de las señales bioeléctricas detectadas, tampoco prevé una estructura modular de las conexiones electrónicas del sistema para aumentar el área de detección e intercambiar información analógica y digitalizada de las señales EMG adquiridas. Esta patente describe las características del preámbulo de la reivindicación 1.

45

50

55

60

El documento de patente US-A1-2007265543 describe un dispositivo de electrodo para tomar una pluralidad de mediciones de EEG, y un método asociado de tomar mediciones de EEG, mediante el cual una pluralidad de puntos de contacto de electrodo configurados encima de un miembro de soporte están en comunicación eléctrica con, y en

65

relativa proximidad a un circuito integrado que comprende circuitos convertidores adaptados para convertir señales analógicas de EEG medidas, originadas desde dentro de un paciente, en señales digitales antes de su transmisión a una unidad de procesamiento. El circuito/circuito integrado (IC) puede ser soportado por el miembro de soporte o por un conjunto de cables que tenga cableado para la transmisión de señal digital. El miembro de soporte puede tener una pluralidad de capas y ser generalmente flexible; fabricado con cualquiera de varios materiales biocompatibles flexibles, generalmente aislantes, en los que se pueden grabar o depositar los circuitos, que exhiben integridad estructural suficiente para disminuir la probabilidad de degradación durante la cirugía o una vez implantado.

El documento de patente DE 102008024972 describe un dispositivo que tiene una unidad de suministro de señal de excitación de electrodo para suministrar señales de excitación de electrodo a terminales de electrodo para electrodos. La unidad de suministro es conmutable para suministrar las señales de excitación de electrodo para excitación unipolar o bipolar de manera conmutable. La unidad está formada para cambiar entre las excitaciones unipolares y bipolares en función de las regiones a estimular. La unidad cambia a la excitación unipolar cuando las regiones son un área circundante de un electrodo.

El documento de patente EP-A1-2335570 describe un dispositivo de uso de medición de señal biológica configurado para medir una señal biológica de la superficie del cuerpo de un usuario que incluye un cuerpo de dispositivo de uso configurado para cubrir la superficie del cuerpo del usuario, una parte de detección de señal biológica proporcionada en una parte predeterminada de la superficie interna del cuerpo del dispositivo de uso y configurada para detectar la señal biológica desde la superficie del cuerpo del usuario, y una parte de comunicación de señal configurada para emitir la señal detectada por la parte de detección de señal biológica.

Otros dispositivos y/o métodos para la medición de señales electromiográficas se describen también en los documentos de patente: CN-102961132 y/o CN-A-103190905.

Breve descripción de la invención

De acuerdo con un primer aspecto, la presente invención aporta un dispositivo portátil para medición de señales electromiográficas (o señales electromiográficas de alta resolución, EMG-AR) de un usuario, según la reivindicación 1. El dispositivo portátil comprende una primera capa de soporte que incluye medios de detección que incluyen varios electrodos que pueden disponerse, en uso, en contacto con la piel del usuario en al menos un músculo, o parte del mismo, para adquirir una pluralidad de señales electromiográficas.

El dispositivo portátil también comprende una pluralidad de segundas capas de soporte que se pueden unir mecánica y eléctricamente de manera desmontable por medio de acoplamientos electroconductores (por ejemplo, un botón, un clip, etc.) a dicha primera capa de soporte. Cada segunda capa de soporte comprende medios electrónicos configurados para realizar el acondicionamiento (amplificación, filtrado de tiempo y opcionalmente filtrado espacial, y también opcionalmente multiplexación) de dicha pluralidad de señales electromiográficas adquiridas, conversión de las señales a un formato digital y transmisión del condicionado y digitalizado. señales electromiográficas a través de un canal de comunicación a una unidad electrónica maestra del dispositivo portátil (UB).

La unidad electrónica maestra está configurada para controlar los medios electrónicos de una o más segundas capas de soporte y también está configurada para transmitir las señales electromiográficas acondicionadas y digitalizadas recibidas a una unidad de control para monitorizarlas. Con ese fin, la unidad electrónica maestra se puede incluir en una segunda capa de soporte, que forma parte de esta segunda capa de soporte, o también se puede compartir por una pluralidad de segundas capas de soporte interconectadas.

Las segundas capas de soporte se pueden unir mecánica y electrónicamente entre sí (es decir, interconectadas) para aumentar el área de detección e intercambiar información tanto analógica como digitalizada a través de conectores eléctricos y a través de dicho canal de comunicación. La unidad electrónica maestra será compartida por ellos y configurada para controlar cada uno de los medios electrónicos incluidos en cada una de las segundas capas de soporte interconectadas.

En una realización, los medios electrónicos de una segunda capa de soporte que está unida mecánica y eléctricamente a otra segunda capa de soporte está configurada para controlar algunos de los electrodos adyacentes de la primera capa de soporte unida a esta otra segunda capa de soporte durante la realización de dicho acondicionamiento, por ejemplo cuando se desean registros diferenciales y/o laplacianos.

El dispositivo portátil permite separar las dos capas de soporte, la primera y la segunda, facilitando el lavado y/o la desinfección de las mismas y permitiendo asimismo que el tratamiento y la digitalización de las señales electromiográficas adquiridas se realicen en el propio dispositivo portátil, cerca de los medios de detección mencionados, degradación y posibles interferencias en las señales electromiográficas adquiridas debido al ruido y/u otras contaminaciones y la complejidad estructural de los medios de detección se minimiza, por ejemplo.

La primera capa de soporte en una realización comprende una tela impermeable y transpirable, y la segunda capa de soporte comprende una tela con propiedades semiconductoras en ciertas partes impermeables y transpirables.

5 En una realización, los electrodos se colocan en la primera capa de soporte en forma matricial. En otras realizaciones, los electrodos se colocan en forma laplaciana o circular.

10 En una realización, el dispositivo portátil incorpora en su periferia elementos de acoplamiento, que también son electroconductores, o se acoplan a uno o más dispositivos portátiles, ampliando así toda el área muscular cubierta o permitiendo cubrir diferentes áreas musculares. La unidad de control en este caso está configurada para monitorizar las señales electromiográficas recibidas de las unidades electrónicas maestras de todos los dispositivos portátiles acoplados.

15 La primera capa de soporte está incorporada o unida a una prenda de vestir que incluye un brazalete, una correa para una extremidad superior o inferior del cuerpo del usuario, una banda abdominal, un pantalón o una camisa, y las segundas capas de soporte son configuradas para ser unidas a diferentes partes de dicha prenda de vestir que se selecciona dependiendo del músculo o músculos a partir de los cuales las señales electromiográficas tienen que medirse de acuerdo con el interés del ejercicio realizado por el usuario.

20 En una realización, la unidad de control mencionada para monitorizar las señales electromiográficas es una unidad electrónica posicionada en la segunda capa de soporte que recibe dichas señales electromiográficas por medio de un plano conductor o una tecnología cableada.

25 En otra realización, la unidad de control es remota con respecto al dispositivo o dispositivos portátiles propuestos, recibiendo dichas señales electromiográficas a través de un medio de guía o inalámbrico (por ejemplo, usando Bluetooth o tecnología infrarroja, entre otros). En este caso, la unidad de control comprende preferiblemente un dispositivo informático con uno o más procesadores para realizar adicionalmente el procesamiento de las señales electromiográficas recibidas.

30 El dispositivo portátil propuesto también puede incluir una o más baterías para alimentar eléctricamente los diferentes componentes electrónicos incluidos en la segunda capa de soporte del dispositivo portátil propuesto. Además, la batería o las baterías hacen que el dispositivo portátil sea más seguro para el usuario, ya que el dispositivo no tiene que estar conectado directamente al trabajo.

35 La unidad de control también puede incluir medios de advertencia para emitir indicaciones asociadas con cambios en un patrón muscular prefijado, basado al menos en la coactivación muscular o los índices de fatiga obtenidos durante el procesamiento de las señales electromiográficas en el tiempo, la frecuencia o el dominio espacial.

40 En una realización, el canal de comunicación mencionado comprende un bus de datos. Alternativamente, en otra realización, dicho canal de comunicación comprende un plano conductor formado por una pista electro-resistiva extendida sobre una porción de la segunda capa de soporte.

45 De acuerdo con un segundo aspecto, la presente invención también proporciona un sistema para medir señales electromiográficas de un usuario, que comprende uno o más dispositivos portátiles, como los descritos anteriormente, y una unidad de control configurada para al menos monitorizar señales electromiográficas recibidas de la electrónica maestra unidad o unidades del uno o más dispositivos portátiles.

50 El uno o más dispositivos portátiles se pueden acoplar mecánica y eléctricamente por medio de elementos de acoplamientos electroconductores ubicados en la periferia del mismo, lo que permite cubrir diferentes músculos de una misma parte del cuerpo, por ejemplo, bíceps y tríceps, o pueden separarse entre sí y ubicarse en diferentes partes del cuerpo del usuario (por ejemplo, uno colocado en un músculo del brazo izquierdo y otro en un músculo del brazo derecho).

55 Según otro aspecto más, la presente invención proporciona un método para medir señales electromiográficas de un usuario de acuerdo con la reivindicación 9. El método comprende unir mecánica y eléctricamente una primera capa de soporte que comprende medios de detección que incluyen varios electrodos de manera desmontable por medio de acoplamiento de electroconductores a una segunda capa de soporte, la unión de las dos capas de soporte forma un dispositivo portátil (UB); fijar dicho dispositivo portátil en al menos un músculo, o parte del mismo, de un usuario, estando la primera capa de soporte en contacto, en uso, con la piel del usuario; adquirir, mediante dichos varios electrodos, una pluralidad de señales electromiográficas mientras el usuario realiza un ejercicio; acondicionamiento, por medios electrónicos incluidos en la segunda capa de soporte, mediante amplificación y filtrado (tiempo y opcionalmente espacial) de la pluralidad de señales electromiográficas adquiridas; convertir, por medios electrónicos, las señales electromiográficas a un formato digital; transmitir, por medios electrónicos, las señales electromiográficas acondicionadas y digitalizadas a través de un canal de comunicación a una unidad electrónica maestra del dispositivo portátil; controlar, mediante dicha unidad maestra electrónica, el funcionamiento de los
60
65

una unidad de control; y monitorizar y procesar, por la unidad de control que incluye al menos un procesador y al menos una memoria, las señales electromiográficas recibidas, comprendiendo dicho procesamiento el cálculo de uno o más mapas de activación muscular y/o el cálculo de diferentes índices relacionados con la coordinación muscular y/o activación y/o fatiga de dicho usuario en relación con el músculo fijo, o parte del mismo.

5 El método comprende unir mecánica y eléctricamente de manera desmontable una pluralidad de segundas capas de soporte a la primera capa de soporte, comprendiendo la unidad electrónica maestra el control de la operación de cada uno de los medios electrónicos incluidos en dicha pluralidad de segundas capas de soporte.

10 En una realización, el resultado del procesamiento es mostrado al usuario en simultaneidad a la realización del ejercicio permitiendo de ese modo que el usuario controle el ejercicio a medida que lo va realizando. Por ejemplo la exposición (mostrado) al usuario de los resultados puede realizarse mediante una pantalla, bien de la propia unidad de control bien de un dispositivo de computación del usuario, remoto a la unidad de control, tal como un Smartphone o tableta, entre otros.

15 En otra realización, el resultado del procesamiento, previamente a su exposición (mostrado) al usuario, se almacena en una memoria de la unidad de control, para por ejemplo la realización posterior de informes clínicos de evaluación y/o la monitorización de la realización del ejercicio que permita su revisión por al menos un segundo usuario (personal médico y/o sanitario, entrenador personal, etc.).

20 La presente invención es de particular aplicabilidad en multitud de campos, tales como la neurofisiología, la rehabilitación, la fisioterapia, la ergonomía y/o el deporte, entre otros, donde es necesario medir la respuesta muscular de un usuario tanto en situaciones estáticas como en movimiento.

25 Breve descripción de los dibujos

Las anteriores y otras características y ventajas se comprenderán más plenamente a partir de la siguiente descripción detallada de unos ejemplos de realización, los cuales tiene un carácter meramente ilustrativo y no limitativo, con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

30 La Fig. 1 es una vista en perfil de un dispositivo portátil para medición de señales electromiográficas a un usuario según una realización que no está dentro del alcance de la reivindicación 1, ya que solo comprende una única segunda capa de soporte;

35 La Fig. 2 es una vista esquemática de las diferentes unidades y/o módulos dispuestos en cada una de las capas de soporte del dispositivo portátil de la Fig. 1;

40 La Fig. 3 es una vista en planta de cuatro dispositivos portátiles para medición de señales electromiográficas a un usuario según una realización de la presente invención. En este caso, los cuatro dispositivos portátiles están unidos mediante unos elementos de enganche, electro-conductores, aumentando de ese modo el número de canales registrados durante la medición de las señales electromiográficas del usuario permitiendo la monitorización de una zona muscular más amplia;

45 La Fig. 4 ilustra una realización del dispositivo portátil propuesto para medición de señales electromiográficas a un usuario. La Fig. 4a ilustra una vista en perfil de la disposición de las dos capas de soporte que forman el dispositivo portátil, comprendiendo en este caso el canal de comunicación del dispositivo portátil a un plano conductivo formado por una pista electro-resistiva. La Fig. 4b ilustra una vista en planta de la disposición de los sensores electromiográficos que quedarían dispuestos en contacto con la piel del usuario;

50 La Fig. 5 ilustra otra realización del dispositivo portátil propuesto para medición de señales electromiográficas a un usuario. En este caso el canal de comunicación del dispositivo portátil comprende un bus de datos;

55 La figura 6 ilustra otra realización del dispositivo portátil propuesto. En este caso, el dispositivo comprende más de una pluralidad de segundas capas de soporte, cada una de las cuales está unida mecánica y eléctricamente de manera desmontable a la primera capa de soporte; y

La figura 7 es un diagrama de flujo que ilustra un ejemplo de un método para medir señales electromiográficas de un usuario de acuerdo con una realización de la presente invención.

60 Descripción detallada de varias realizaciones

En relación con las Figs. 1 y 2, en las mismas se muestran una realización de un dispositivo portátil para medición de señales electromiográficas (o para medición de señales electromiográficas de alta resolución/densidad) a un usuario. Particularmente, según la invención, cada dispositivo portátil UB incluye un soporte laminar flexible, tal como un tejido, que puede estar incorporado en, o unido a, una prenda de vestir (brazaletes, banda o manga/media para los

5 brazos/piernas del usuario, faja abdominal, una camiseta etc.), integrado por dos capas independientes C1, C2, superpuestas y unidas de manera separable mediante unos enganches 39 electro-conductores (botón, clip, etc.). De esta manera se permite fácilmente la separación de las dos capas de soporte C1, C2 permitiendo la higiene/limpieza y la reutilización de la primera capa de soporte C1, que es la capa de soporte que está en contacto con la piel del usuario durante la adquisición/medición de las señales electromiográficas.

10 La primera capa de soporte C1 incorpora unos medios de detección con varios sensores electromiográficos 11 para la adquisición de las señales electromiográficas. Según la realización de las Figs. 1 y 2, los citados sensores electromiográficos 11 están constituidos por unos electrodos, preferiblemente de alta densidad, colocados en la primera capa de soporte C1 de manera matricial. Los electrodos son de un material altamente conductor y pueden ser de tipo seco o para utilizar con un gel conductor. Asimismo, los electrodos pueden ser de tipo anillo, punto, barra, etc.

15 En otros ejemplos de realización alternativos, en este caso no ilustrados, los citados electrodos están colocados en la primera capa de soporte C1 bien de manera laplaciana o de manera circular.

20 La segunda capa de soporte C2 incorpora todos los componentes electrónicos BE (medios/módulos/circuitos, etc.) necesarios para realizar el acondicionamiento de las señales electromiográficas adquiridas mencionadas, la conversión de las señales electromiográficas a un formato digital (por medio de un convertidor A/D 24) y la transmisión 25 de las señales electromiográficas acondicionadas y digitalizadas a través de un canal de comunicación 26 a una unidad electrónica maestra 27. La unidad electrónica maestra 27 está configurada para controlar dichos medios electrónicos BE y transmitir además las señales electromiográficas acondicionadas y digitalizadas recibidas a través de unos medios de guiado o inalámbricos 28 a una unidad de control 30 para monitorizarlos. Es decir, la unidad electrónica maestra 27 está en comunicación con la unidad de transmisión 25 y con el canal de comunicación 26 para controlar los pasos mencionados de acondicionamiento y conversión de las señales electromiográficas y también para realizar la transmisión de las mismas a la unidad de control 30.

30 De acuerdo con la invención, el canal de comunicación 26 puede estar formado por un bus de datos 36 (ver Fig. 5) o por un plano conductor formado por una pista 37 electro-resistiva (ver Fig. 4) En este último caso, los contactos electroconductores 40 permitirán la comunicación entre la electrónica y el plano ya que están separados por un material aislante.

35 La unidad de control mencionada 30 puede estar dispuesta en la segunda capa de soporte C2, o alternativamente, puede ser remota con respecto al dispositivo portátil UB. En este último caso, la unidad de control 30 comprende preferiblemente un dispositivo informático con uno o más procesadores y al menos una memoria (por ejemplo, un PC, un ordenador portátil, una tableta, etc.) para realizar aún más el procesamiento de las señales electromiográficas recibidas.

40 El acondicionamiento de las señales electromiográficas adquiridas generalmente comprende la amplificación, el filtrado de tiempo (opcionalmente también el filtrado espacial) y opcionalmente también la multiplexación de las señales electromiográficas adquiridas. De acuerdo con la realización de las Figs. 1 y 2, el acondicionamiento mencionado de las señales electromiográficas se realiza mediante tres unidades de control electrónico independientes que incluyen una unidad de amplificación 21, una unidad de filtrado, por ejemplo un filtro de paso de banda, 22 y una unidad de multiplexación 23.

45 Preferiblemente, la primera capa de soporte C1 se desarrolla en un tejido inteligente impermeable, flexible y transpirable, mientras que la segunda capa de soporte C2 también se desarrolla en un tejido inteligente con propiedades semiconductoras en ciertas partes impermeables y transpirables. La segunda capa de soporte C2 incluye además un material aislante 38 para el aislamiento de la electrónica incorporada en el mismo.

50 Como se indicó anteriormente, el canal de comunicación 26 puede comprender un plano conductor formado por una pista electro-resistiva 37 (Fig. 4) o un bus de datos 36 (Fig. 5). Según la presente invención, el plano conductor mencionado con la pista 37 electro-resistiva, que tiene una cierta conductividad, se obtiene aplicando una capa de pintura electroconductora en dicho plano (por ejemplo, de acuerdo con las enseñanzas descritas en la solicitud de patente ES2346174).

60 Según la invención, el dispositivo portátil UB puede incluir una o más baterías para alimentar eléctricamente los diferentes componentes electrónicos BE de la segunda capa de soporte C2. En una realización, la batería (baterías) se incluirá en la segunda capa de soporte C2, por ejemplo, cerca de la unidad electrónica maestra 27 y conectada a todos los medios electrónicos BE por medio de un bus de suministro de energía 34 o el plano conductor 37. Alternativamente, la batería (baterías) puede incluirse en una mochila o bolso que lleva el usuario mientras realiza el ejercicio, y se prevé un cableado de alimentación desde la batería (baterías) al dispositivo portátil.

65 De manera similar, el dispositivo portátil puede incluir medios de advertencia (sonidos y/o visuales, por ejemplo, por medio de un LED y/o un altavoz que emite un pitido), incluido preferiblemente en la unidad de control 30,

configurado para emitir indicaciones asociadas con cambios en un patrón muscular prefijado para el usuario (al comienzo del ejercicio, sesiones anteriores, etc.), basado por ejemplo en índices de coactivación muscular, índices de fatiga muscular, etc. obtenidos al procesar las señales electromiográficas en tiempo, frecuencia o dominio espacial.

5 La figura 3 muestra allí otra realización de la presente invención en la que el dispositivo portátil UB para medir las señales electromiográficas está unido a otros dispositivos portátiles UB1 ... UBN, permitiendo así la adquisición de señales electromiográficas de un área o áreas musculares más grandes del usuario debido al aumento del número de canales de adquisición (N x n señales electromiográficas). Los diferentes dispositivos portátiles UB1 ... UBN están acoplados mecánica o eléctricamente o unidos entre sí a lo largo de su periferia por medio de elementos de acoplamiento electroconductores 35. En este caso, la unidad de control 30 está configurada para monitorizar las señales electromiográficas recibidas desde las unidades electrónicas maestras 27 de todos los dispositivos portátiles acoplados UB1 ... UBN.

15 Con referencia ahora a la Fig. 6, allí se ilustra otra realización del dispositivo portátil propuesto UB. En este caso, el dispositivo comprende una pluralidad de segundas capas de soporte C2, cada una de las cuales está unida mecánica y eléctricamente de manera desmontable a la primera capa de soporte C1. Como se puede ver en la figura, dos (no limitativas) de la pluralidad de segundas capas de soporte C2 están unidas mecánica y electrónicamente entre sí, es decir, interconectadas (compartiendo la unidad de control maestra 27), para aumentar el área de detección e intercambiar ambas información analógica y digitalizada mediante conectores eléctricos 45 y el canal de comunicación 26, mientras que otra segunda capa de soporte C2 (también podría ser más de una) se coloca remotamente a las dos segundas capas de soporte interconectadas C2, incluyendo su propia unidad de control maestra 27. La unidad electrónica maestra 27 de las dos segundas capas de soporte interconectadas C2 está configurada en este caso para controlar cada uno de los medios electrónicos BE de las dos segundas capas de soporte interconectadas C2. Además, la unidad de control 30 puede monitorizar las señales electromiográficas recibidas de todas las unidades electrónicas maestras 27 del dispositivo portátil UB (la que se comparte entre las segundas capas de soporte interconectadas C2 y la de la segunda capa de soporte remota C2).

30 En la realización de la Fig. 6, la primera capa de soporte C1 se incorpora preferiblemente o se une a una prenda de vestir que incluye un brazalete, una correa para una extremidad superior o inferior del cuerpo del usuario, una banda abdominal, un pantalón o una camisa, y la pluralidad de segundas capas de soporte C2 (interconectadas y/o remotas) están configuradas para unirse a diferentes partes de dicha prenda de vestir seleccionada dependiendo del músculo o músculos desde los cuales las señales electromiográficas tienen que medirse de acuerdo con el interés del ejercicio realizado por el usuario.

35 La figura 7 muestra una realización de un método 700 propuesto para medir señales electromiográficas de un usuario que usa el dispositivo portátil o dispositivos portátiles descritos anteriormente.

40 El método 700 incluye la etapa 701 de unir mecánica y eléctricamente la primera capa de soporte C1 con una pluralidad de segundas capas de soporte C2 que forman el dispositivo portátil propuesto UB, de manera desmontable, por medio de los acoplamientos electroconductores mencionados 39. El dispositivo portátil UB se fija entonces (etapa 702) en un músculo, o en un área muscular, del usuario, estando la primera capa de soporte C1 en contacto con la piel del usuario, para monitorizarla; entonces, los electrodos 11 de la primera capa de soporte C1 adquieren una pluralidad de señales electromiográficas (etapa 703) mientras el usuario realiza un ejercicio. Una vez que las señales electromiográficas han sido adquiridas, acondicionadas y convertidas a un formato digital por los medios electrónicos BE, son transmitidas, por la unidad de control maestra 27, a la unidad de control 30 (etapa 704) para su procesamiento (etapa 705). En este caso, la unidad de control 30 comprende un dispositivo informático como un PC, un ordenador portátil, una tableta, entre otros posibles dispositivos informáticos que permiten el procesamiento de la señal.

50 En el método propuesto, las segundas capas de soporte pueden unirse entre sí mediante conectores eléctricos 45 (véase la figura 6) y pueden intercambiar información tanto analógica como digitalizada a través de dichos conectores eléctricos 45 y el canal de comunicación 26, por ejemplo, para cubrir diferentes músculos de una misma parte del cuerpo. Además, las segundas capas de soporte adicionales C2 pueden ser remotas a las otras segundas capas de soporte, por ejemplo, para cubrir músculos de diferentes partes del cuerpo, que comprende cada segunda capa de soporte remota C2, una unidad electrónica maestra propia 27.

60 El resultado obtenido en la etapa de procesamiento en una realización se muestra al usuario, bien a través de una pantalla del propio dispositivo de computación, bien a través de un dispositivo de comunicación portátil del propio usuario, por ejemplo un Smartphone o tableta. En este último caso, el dispositivo de computación comunicará el resultado obtenido en la etapa de procesamiento al propio dispositivo de comunicación portátil del usuario.

65 La exposición de los resultados al usuario (*biofeedback*), durante el ejercicio o al finalizar el mismo, permitirán controlar la realización del mismo para su mejor ejecución, de manera que el usuario pueda poner mayor énfasis en el músculo, o zona muscular, tratado, o donde se haya detectado una deficiencia/trastorno. De esta forma, se puede

favorecer rápidamente un mayor cambio a nivel neuromuscular, con lo que se proporciona una ayuda en el aprendizaje de ciertos movimientos o gestos técnicos necesarios en las diferentes prácticas deportivas, así como la mejor ejecución de ejercicios repetitivos, isocinéticos o contracciones isométricas entre otros durante procesos de rehabilitación, diagnóstico o entrenamiento.

5 El procesamiento de las señales electromiográficas, que puede realizarse en simultaneidad con la realización del ejercicio o de manera offline (almacenamiento previo en el dispositivo de computación, por ejemplo en una memoria del mismo), puede comprender el cálculo de uno o más mapas de activación muscular y/o el cálculo de diferentes índices relacionados con la activación, la fatiga y la coordinación muscular del usuario en relación con el músculo o
10 una zona muscular monitorizada, entre otros cálculos.

En una realización, el citado mapa o mapas de activación muscular y/o el cálculo de dichos índices se calcula, sin ser ello limitativo, según las enseñanzas divulgadas en los artículos científicos "*Identification of isometric contractions based on High Density EMG maps, Journal of Electromyography and Kinesiology 2012*" y "*High-density surface EMG maps from upper-arm and forearm muscles, Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation 2012*" de los mismos
15 inventores que la presente invención.

El alcance de la presente invención está definido en las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Un dispositivo portátil para medición de señales electromiográficas de un usuario, comprendiendo dicho dispositivo (UB) portátil:
- 5 - una primera capa de soporte (C1) que comprende medios de detección que incluyen varios electrodos (11) dispuestos, en uso, en contacto con la piel de un usuario en al menos un músculo, o parte del mismo, y configurados para adquirir una pluralidad de señales electromiográficas, dicha primera capa de soporte (C1) está unida mecánica y eléctricamente de manera desmontable por medio de acoplamiento electroconductores (39) a una segunda capa de soporte (C2), y dicha primera capa de soporte (C1) está incorporada dentro o sujeta a una prenda de vestir que incluye un brazalete, una correa para una extremidad superior o inferior del cuerpo del usuario, una banda abdominal, un pantalón o una camisa;
- 10 - dicha segunda capa de soporte (C2) incluye medios electrónicos (BE) configurados para realizar el acondicionamiento mediante amplificación y filtrado de dicha pluralidad de señales electromiográficas adquiridas, conversión de las señales electromiográficas a un formato digital y transmisión de las señales electromiográficas acondicionadas y digitalizadas a través de un canal de comunicación (26) de la segunda capa de soporte (C2) a una unidad electrónica maestra (27) del dispositivo portátil (UB); y
- 15 - dicha unidad electrónica maestra (27) está configurada para controlar dichos medios electrónicos (BE) y para transmitir adicionalmente las señales electromiográficas acondicionadas y digitalizadas recibidas a una unidad de control (30) para su monitorización, en el que el dispositivo portátil (UB) comprende una pluralidad de segundas capas de soporte (C2), caracterizadas porque la pluralidad de segundas capas de soporte (C2) comprende conectores eléctricos (45) adaptados para estar unidos mecánica y electrónicamente entre sí para aumentar el área de detección e intercambiar información tanto analógica como digitalizada por los conectores eléctricos (45) y el canal de comunicación (26), y en el que la pluralidad de segundas capas de soporte (C2) están adaptadas para compartir dicha unidad electrónica maestra (27),
- 20 en el que los medios electrónicos (BE) de una segunda capa de soporte (C2) que está unida mecánica y eléctricamente a otra segunda capa de soporte (C2) están configurados para controlar algunos de los electrodos adyacentes de dicha primera capa de soporte (C1) unidos a esta otra segunda capa de soporte (C2) durante la realización de dicho acondicionamiento,
- 30 en el que la pluralidad de segundas capas de soporte (C2) están unidas mecánica y eléctricamente de manera desmontable a la primera capa de soporte (C1), en diferentes partes de dicha prenda de vestir, las diferentes partes seleccionadas dependen del músculo o músculos de los cuales las señales electromiográficas deben medirse de acuerdo con el interés del ejercicio realizado por el usuario, y
- 35 en el que la unidad electrónica maestra (27) está configurada para controlar cada uno de dichos medios electrónicos (BE) de la pluralidad de segundas capas de soporte (C2).
- 40 2. Dispositivo según la reivindicación 1, que comprende además al menos una segunda capa de soporte adicional (C2) unida mecánica y eléctricamente de manera desmontable a la primera capa de soporte (C1), estando la segunda capa de soporte adicional (C2) alejada de dicha pluralidad de segundas capas de soporte interconectadas (C2), y la segunda capa de soporte adicional (C2) que comprende su propia unidad electrónica maestra (27), en el que la unidad de control (30) está configurada para monitorizar las señales electromiográficas recibidas de todas las unidades electrónicas maestras (27).
- 45 3. Dispositivo según la reivindicación 1, que comprende además en su periferia elementos de acoplamiento electroconductores (35) para acoplarse mecánica y eléctricamente a uno o más dispositivos portátiles (UB) para aumentar el área de detección de señal electromiográfica o el número de áreas de detección de señal electromiográfica, en el que la unidad de control (30) está configurada para monitorizar las señales electromiográficas recibidas de las unidades electrónicas maestras (27) de todos los dispositivos portátiles acoplados (UB).
- 50 4. Dispositivo según la reivindicación 1, en el que la unidad de control (30) para monitorizar las señales electromiográficas es una unidad electrónica posicionada en la segunda capa de soporte (C2) que recibe dichas señales electromiográficas para ser monitorizadas por medio de una tecnología cableada.
- 55 5. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la unidad de control (30) es remota con respecto al dispositivo portátil (UB), que recibe dichas señales electromiográficas para ser monitorizadas por medios cableados o inalámbricos, y en el que la unidad de control (30) comprende una unidad computadora que incluye al menos un procesador para procesar aún más las señales electromiográficas recibidas.
- 60

6. Dispositivo de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende al menos una batería adecuada para alimentar eléctricamente los diferentes medios electrónicos o unidades incluidas en los dispositivos portátiles (UB).
- 5 7. Dispositivo según la reivindicación 4 o 5, que comprende además medios de advertencia, integrados en la unidad de control (30), configurados para emitir indicaciones asociadas con cambios en un patrón muscular prefijado, basado al menos en la coactivación muscular o los índices de fatiga obtenidos durante el procesamiento previo de las señales electromiográficas en tiempo, frecuencia o dominio espacial.
- 10 8. Dispositivo según la reivindicación 1, en el que dicho canal de comunicación (26) comprende al menos un bus de datos (36) o un plano conductor (37) formado por una pista electro-resistiva extendida en una porción de la segunda capa de soporte (C2).
- 15 9. Método para medición de señales electromiográficas de un usuario, que comprende:
- 20 a) unir mecánica y eléctricamente una primera capa de soporte (C1) que comprende medios de detección que incluyen varios electrodos (11) de manera desmontable por medio de acoplamientos electroconductores (39) a una pluralidad de segundas capas de soporte (C2), las dos unidades de capas de soporte (C1, C2) que forman un dispositivo portátil (UB), en el que la pluralidad de segundas capas de soporte (C2) que se unen mecánica y electrónicamente entre sí para aumentar el área de detección e intercambiar información tanto analógica como digitalizada por conectores eléctricos (45) y un canal de comunicación (26), y para compartir una unidad electrónica maestra (27) del dispositivo portátil (UB), y en el que la primera capa de soporte (C1) está incorporada o unida a una prenda de vestir que incluye un brazalete, una correa para una extremidad superior o inferior del cuerpo del usuario, una banda abdominal, un pantalón o una camisa, y la pluralidad de segundas capas de soporte (C2) que se configuran para unirse a diferentes partes de dicha prenda de vestir que se selecciona según el músculo o los músculos a partir de los cuales deben medirse las señales electromiográficas de acuerdo con el interés del ejercicio realizado por el usuario;
- 25 b) fijar dicho dispositivo portátil (UB) en al menos un músculo, o parte del mismo, de un usuario, estando la primera capa de soporte (C1) en contacto, en uso, con la piel del usuario;
- 30 c) adquirir, mediante dichos varios electrodos (11), una pluralidad de señales electromiográficas mientras el usuario realiza un ejercicio;
- 35 d) acondicionar, por medios electrónicos (BE) incluidos en cada una de dicha pluralidad de segundas capas de soporte (C2), la pluralidad de señales electromiográficas adquiridas por amplificación y filtrado de las mismas, en el que los medios electrónicos (BE) de una segunda capa de soporte (C2) que está unida mecánica y eléctricamente a otra segunda capa de soporte (C2) están configurados para controlar algunos de los electrodos adyacentes de dicha primera capa de soporte (C1) unidos a esta otra segunda capa de soporte (C2) durante la realización de dicho acondicionamiento;
- 40 e) convertir, por dichos medios electrónicos (BE) incluidos en cada una de dicha pluralidad de segundas capas de soporte (C2), las señales electromiográficas a un formato digital;
- 45 f) transmitir, por los medios electrónicos (BE) incluidos en cada una de dicha pluralidad de segundas capas de soporte (C2), las señales electromiográficas condicionadas y digitalizadas a dicha unidad electrónica maestra (27) a través de dicho canal de comunicación (26);
- 50 g) controlar, mediante dicha unidad electrónica maestra (27), el funcionamiento de cada uno de los medios electrónicos (BE) incluidos en la pluralidad de segundas capas de soporte (C2), y transmitir además las señales electromiográficas acondicionadas y digitalizadas recibidas a una unidad de control (30) y
- 55 h) monitorizar y procesar, mediante la unidad de control (30) que incluye al menos un procesador y al menos una memoria, las señales electromiográficas recibidas, comprendiendo dicho procesamiento el cálculo de uno o más mapas de activación muscular y/o el cálculo de diferentes índices relacionados con la coordinación del músculo y/o activación y/o fatiga de dicho usuario en relación con el músculo fijo, o parte del mismo.
- 60 10. Método según la reivindicación 9, que comprende además en dicha etapa a) unir mecánica y eléctricamente de manera desmontable al menos una segunda capa de soporte adicional (C2) a la primera capa de soporte (C1), estando la segunda capa de soporte adicional (C2) alejada de dicha pluralidad de segundas capas de soporte interconectadas (C2), y la segunda capa de soporte adicional (C2) que comprende una propia unidad electrónica maestra (27), en la que la unidad de control (30) en dicha etapa h) comprende monitorizar y procesar las señales electromiográficas recibidas de todas las unidades electrónicas maestras (27).
- 65

5 11. Método de acuerdo con la reivindicación 9, que comprende un acoplamiento mecánico y eléctrico del dispositivo portátil (UB) a uno o más dispositivos portátiles (UB) por medio de elementos de acoplamiento electroconductores (35) ubicados en la periferia de los dispositivos portátiles (UB), en el que la unidad de control (30) en dicha etapa h) comprende monitorizar y procesar las señales electromiográficas recibidas de las unidades electrónicas maestras (27) de todos los dispositivos portátiles acoplados (UB).

10 12. Método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores 9 a 11, en el que el resultado del procesamiento de dichas señales electromiográficas se muestra como *feedback* al usuario en el momento de realizar el ejercicio.

13. Método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores 9 a 11, en el que el resultado del procesamiento de dichas señales electromiográficas se muestra al usuario después de haber realizado el ejercicio.

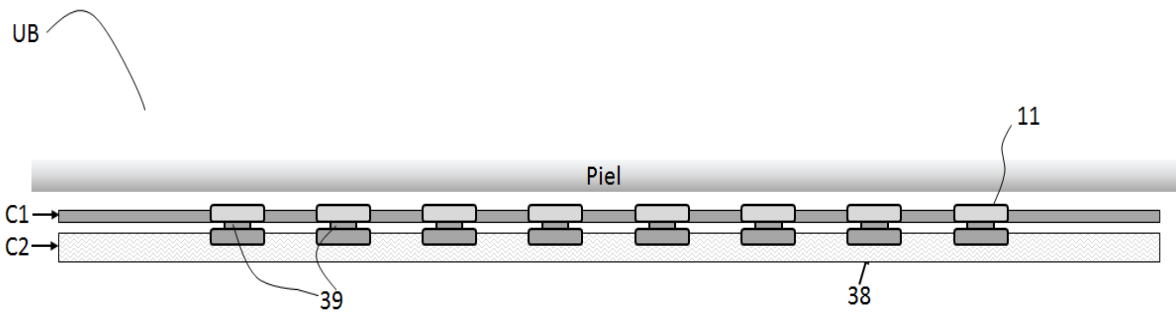


Fig. 1

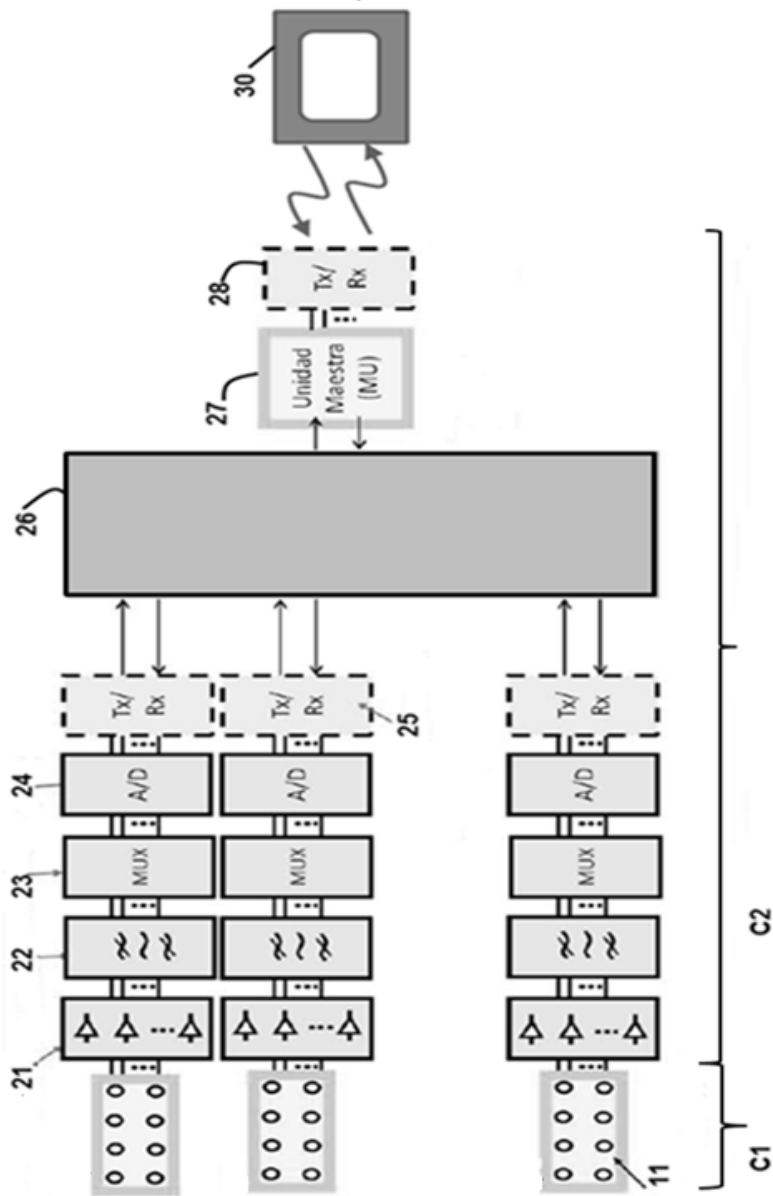


Fig. 2

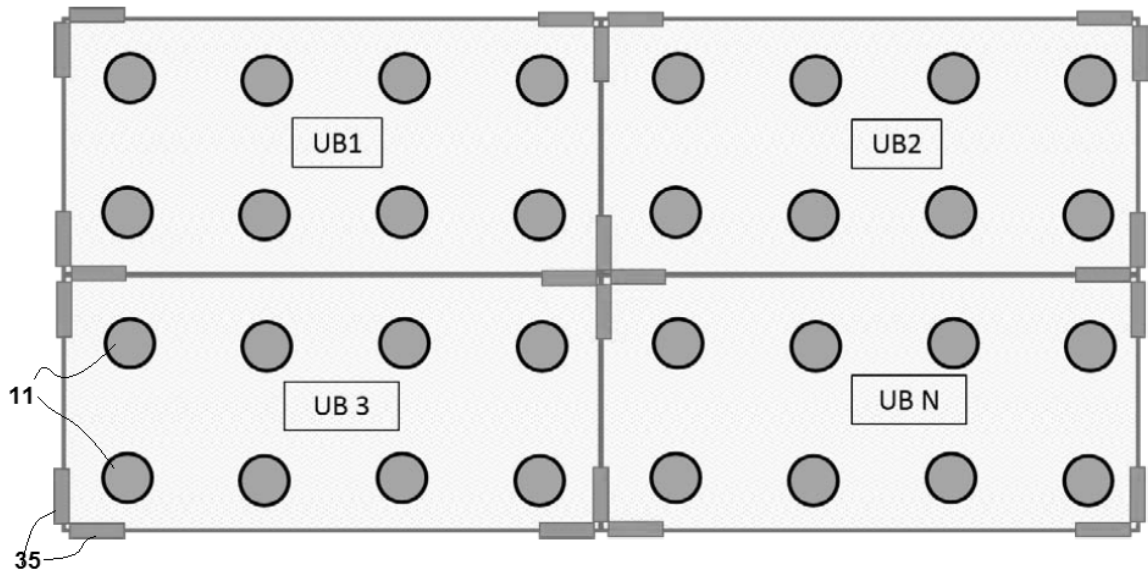
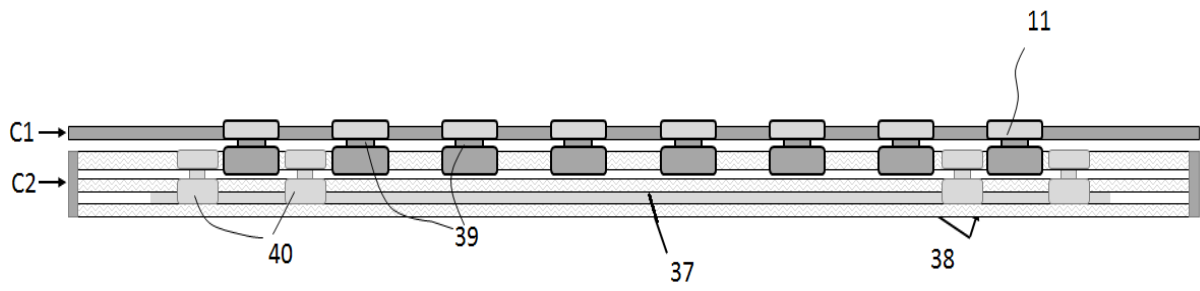
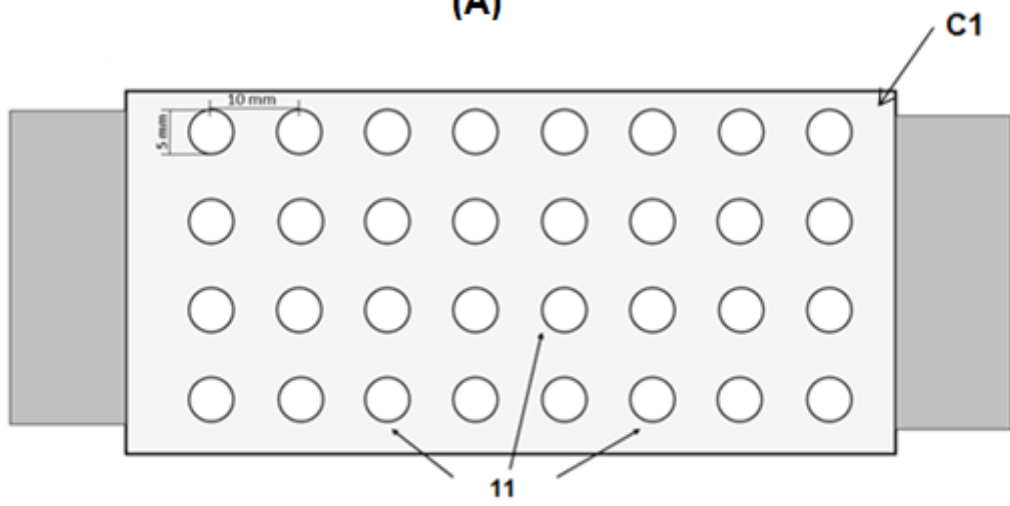


Fig. 3



(A)



(B)

Fig. 4

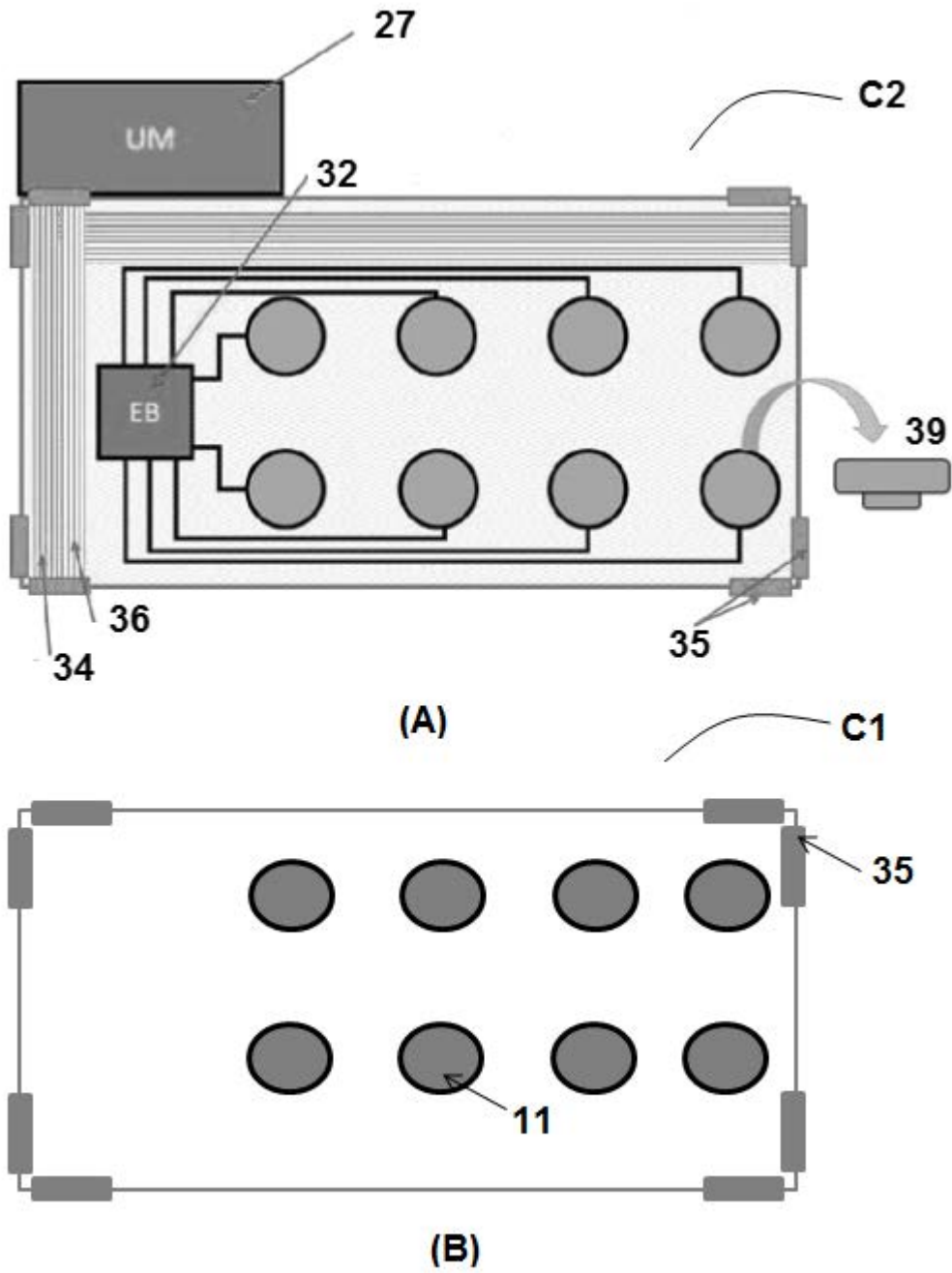


Fig. 5

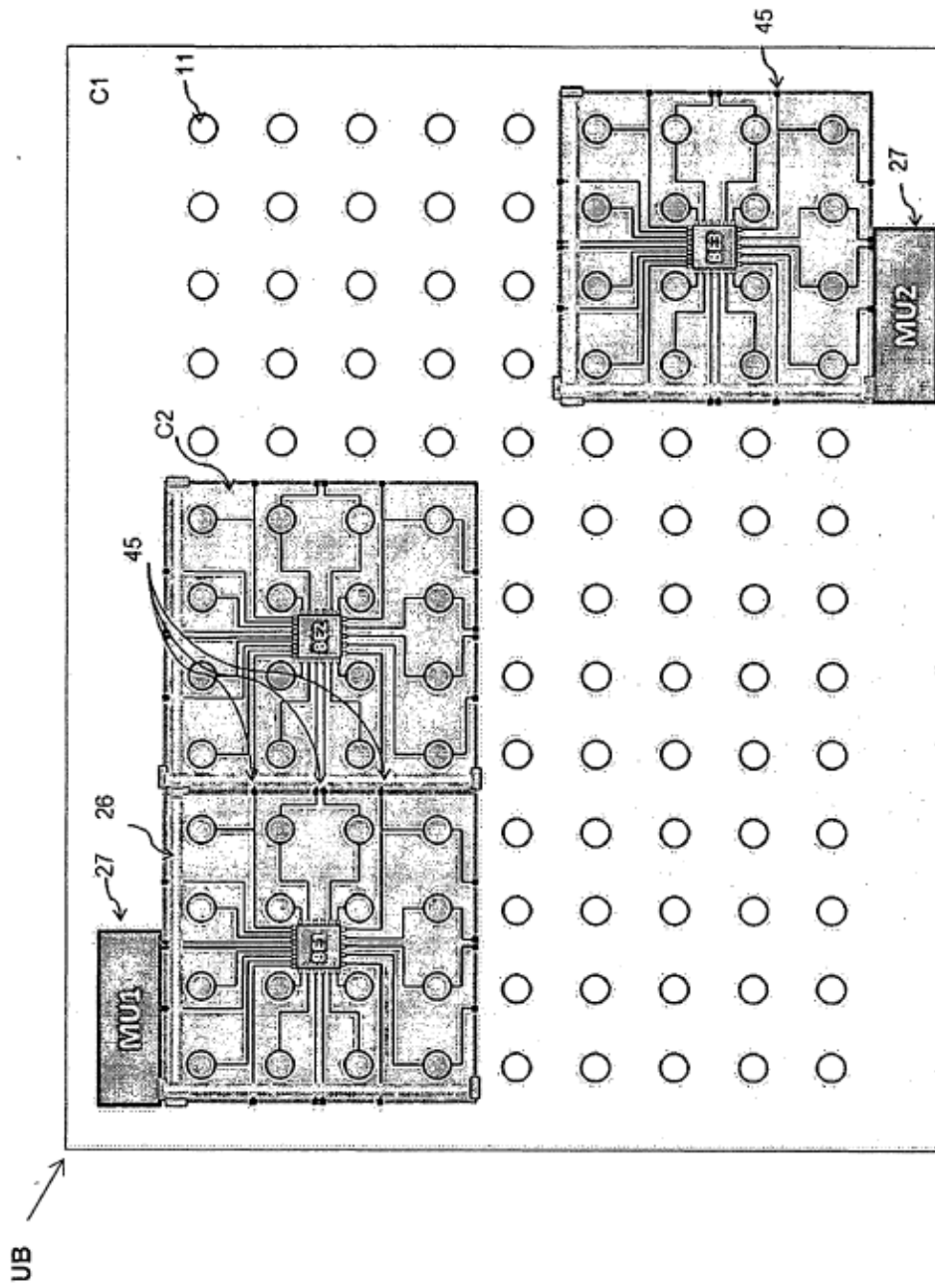


Fig. 6

700

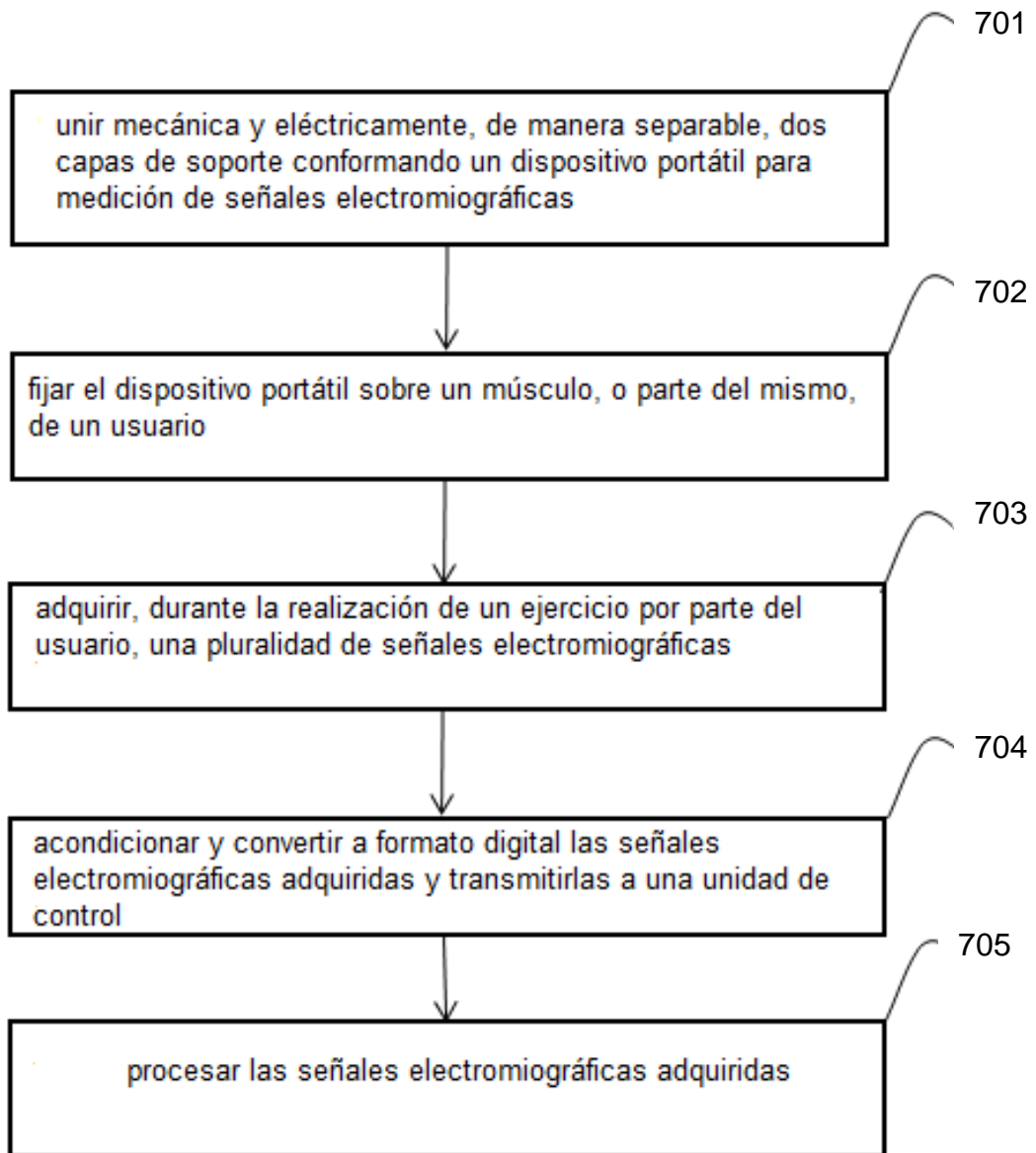


Fig. 7