

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 735 649**

21 Número de solicitud: 201890080

51 Int. Cl.:

A61B 5/22 (2006.01)

A63B 43/00 (2006.01)

12

PATENTE DE INVENCION CON EXAMEN

B2

22 Fecha de presentación:

23.03.2018

30 Prioridad:

30.03.2017 ES 201700454

43 Fecha de publicación de la solicitud:

19.12.2019

Fecha de modificación de las reivindicaciones:

10.01.2021

Fecha de concesión:

31.03.2021

45 Fecha de publicación de la concesión:

09.04.2021

73 Titular/es:

**FUNDACION UNIVERSITARIA SAN ANTONIO
(100.0%)**

**CAMPUS DE LOS JERONIMOS S/N
30107 GUADALUPE (Murcia) ES**

72 Inventor/es:

**BERENGUER VIDAL, Rafael;
MELENDRERAS RUIZ, Rafael;
ALCARAZ RAMON, Pedro Emilio y
MARTINEZ MORENO, Andres**

74 Agente/Representante:

DIAZ PACHECO, Maria Desamparados

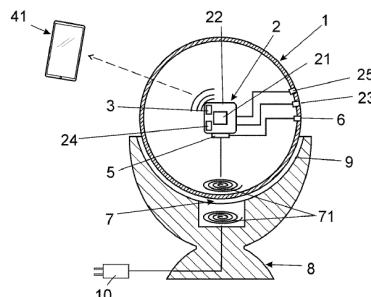
54 Título: **MÉTODO DE ENTRENAMIENTO DEPORTIVO Y BALÓN MEDICINAL INTELIGENTE PARA LLEVAR A CABO DICHO MÉTODO**

57 Resumen:

Método de entrenamiento deportivo y balón medicinal inteligente para llevar a cabo dicho método, consistiendo en un balón (1) medicinal de diámetro y peso variable que incorpora, interiormente, unos medios electrónicos de medición (2) que comunican, inalámbricamente, con un dispositivo portátil (41), externo e independiente al balón (1), que ejecuta una aplicación software con una interfaz gráfica (4) que muestra la información recogida sobre cada lanzamiento, o con un servidor (42) a través de Internet (1).

Los medios electrónicos de medición (2) son sensor de medición (21) IMU, conectado a microprocesador (22) y módulo de comunicación (3) inalámbrico vía Wi-Fi o Bluetooth, además incorpora indicador luminoso (23) zumbador (24), y/o tag NFC (25), y batería (5) recargable por sistema de carga (7) inalámbrica, e interruptor (6) para encender y apagar el sistema.

FIG. 1



Aviso: Se puede realizar consulta prevista por el art. 41 LP 24/2015.
Dentro de los seis meses siguientes a la publicación de la concesión en el Boletín Oficial de la Propiedad Industrial cualquier persona podrá oponerse a la concesión. La oposición deberá dirigirse a la OEPM en escrito motivado y previo pago de la tasa correspondiente (art. 43 LP 24/2015).

ES 2 735 649 B2

DESCRIPCIÓN

MÉTODO DE ENTRENAMIENTO DEPORTIVO Y BALÓN MEDICINAL INTELIGENTE PARA LLEVAR A CABO DICHO MÉTODO

5

OBJETO DE LA INVENCION

La invención, tal como expresa el enunciado de la presente memoria descriptiva, se refiere a un método de entrenamiento deportivo y a un balón medicinal inteligente para llevar a cabo dicho método, aportando características estructurales y constitutivas, que se describirán en detalle más adelante, que suponen una mejora del estado actual de la técnica dentro de su campo de aplicación.

Particularmente, el objeto de la invención se centra en un método de entrenamiento con un balón medicinal provisto de medios electrónicos de medición inteligentes que se comunica de manera inalámbrica con un dispositivo electrónico portátil de tipo smartphone, tableta electrónica, PC, portátil o similar, el cual ejecuta una aplicación software a través de cuya interfaz gráfica es posible acceder a información procesada a partir de los datos que recogen dichos medios, los cuales están configurados con la finalidad de convertirlo en un instrumento capaz de determinar, de manera fiable y válida, la producción de potencia mecánica en cada lanzamiento, además de detectar posibles decrecimientos de la producción de potencia por efecto de la fatiga.

CAMPO DE APLICACIÓN DE LA INVENCION

25

El campo de aplicación de la presente invención se enmarca dentro del sector de la industria dedicada a la fabricación de accesorios y dispositivos de control para entrenamiento deportivo, abarcando particularmente el ámbito del desarrollo y mejora del rendimiento deportivo así como la cuantificación y análisis de la carga del entrenamiento deportivo.

30

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

Se considera “balón” a la pelota de tamaño considerable que se usa como implemento en deportes de pelota y otros juegos. En la mayoría de los juegos en los que se emplean balones,

se busca desplazarlo con partes del cuerpo o con alguna herramienta con el fin de introducirlo en un área de meta que varía según el juego o deporte.

Algunos de los parámetros que son determinantes para que dicho objetivo se consiga son velocidad, aceleración, ángulo de salida, etc. Siendo estos parámetros dependientes de la técnica, así como de la fuerza aplicada por el deportista que lo maneja. Tradicionalmente estos parámetros se han medido de forma indirecta, mediante técnicas de fotogrametría, las cuales presentan inconvenientes como el tiempo necesario para el análisis, coste, infraestructuras, etc.

No obstante, el desarrollo tecnológico ha propiciado la aparición de dispositivos, fundamentalmente electrónicos, que permiten la medición de dichas variables de manera inmediata, así como la transmisión de los parámetros a dispositivos externos. Ejemplo de estos desarrollos es el balón de fútbol desarrollado por Adidas®, existiendo también ejemplos de balón de rugby y de pelotas de golf.

Por otra parte, un balón medicinal (también conocido como balón de ejercicio, pelota medicinal, balón med, o balón de acondicionamiento) es un balón lastrado con un diámetro aproximado 35 cm, a menudo utilizado para la rehabilitación y el entrenamiento de la fuerza.

También desempeña un papel importante en el campo de la medicina del deporte. Los balones medicinales se venden normalmente con pesos de entre 0,5 a 20 kg, pudiendo ser superiores, y se usan de manera efectiva en el entrenamiento pliométrico para aumentar la potencia mecánica en los atletas en todos los deportes⁽¹⁾. Además, el balón medicinal se utiliza para la iniciación en el entrenamiento de fuerza en los niños, ya que permite superar el miedo que suelen tener los niños al usar ejercicios de pesos libres.

El objetivo de la presente invención es, pues, el desarrollo de un método de entrenamiento deportivo y un balón medicinal con unas características concretas que se diferencian claramente de cualquier otro balón conocido en el ámbito del entrenamiento deportivo.

Debiendo señalarse que, en la revisión del estado del arte, no se ha encontrado ningún trabajo (patentes, publicación, etc.) que se haya centrado en un desarrollo tecnológico similar para el balón medicinal.

Tal y como se ha mencionado, este tipo de balón se usa principalmente con el objeto de

aumentar la potencia mecánica en los deportistas que lo usan. Estudios recientes han mostrado que el entrenamiento usando valores de “potencia óptima” (valor máximo de potencia mecánica desarrollado al movilizar cargas de diferentes masas) puede ser la mejor estrategia para la mejora del rendimiento deportivo^(2, 3). De hecho, investigaciones previas han indicado que la producción de potencia mecánica externa podría ser un factor determinante que diferencie entre el rendimiento de los atletas en el deporte⁽⁴⁻⁶⁾. Por ello, sería deseable el desarrollo de un método y un dispositivo que permita la medición y registro de dicha variable en tiempo real con el fin de optimizar el entrenamiento y la mejora del rendimiento en el deporte.

Como resultado, el desarrollo y la mejora de la producción de potencia mecánica externa ha sido foco en muchos programas de entrenamiento. De hecho, se ha sugerido que los deportistas que entrenan con cargas que maximizan la producción de potencia mecánica (usando la carga óptima) pueden producir los mayores desarrollos en el rendimiento dinámico⁽⁷⁾. De hecho, diferentes investigaciones han indicado que entrenar con cargas que producen las mayores producciones de potencia mecánica son el mejor estímulo para futuras mejoras en potencia⁽⁸⁻¹⁰⁾.

Sin embargo, con el fin de prescribir correctamente el estímulo de entrenamiento para su mejora, se debe controlar, en cada repetición, la máxima producción de potencia. La medición directa de la velocidad e indirecta de la potencia puede ayudar a controlar la potencia mecánica en cada repetición. Existen dispositivos que miden de forma directa la velocidad, e indirectamente la potencia al realizar ejercicios con sobrecargas o máquinas, sin embargo, la mayoría de ellos la miden de forma lineal, son costosos y, en muchos casos, poco fiables. Pero sobre todo, son poco específicos, ya que no imitan las acciones del lanzamiento.

Así, y con el fin de poder trabajar sabiendo la potencia desarrollada en cada lanzamiento, además de saber cómo afecta la fatiga a la producción de la misma, se echa en falta un dispositivo o técnica que permita determinar dicha variable en tiempo real. Sin embargo, con los métodos de cálculo de potencia que existen en el mercado (*encoder* lineal, sistemas de *tracking*, etc.) se hace imposible poder medir la potencia mecánica desarrollada por el deportista al usar un balón medicinal en tiempo real.

Por todo ello, el objetivo de la presente invención se centra en el desarrollo de un balón

medicinal instrumentado de manera que sea capaz de determinar, de forma fiable y válida, la producción de potencia en cada lanzamiento y de detectar posibles decrementos en la producción de la misma por el efecto de la fatiga. Se debe remarcar que, al menos por parte del solicitante, se desconoce la existencia de ningún otro balón medicinal ni otra invención de aplicación similar que presente unas características técnicas, estructurales y constitutivas iguales o semejantes a las que presenta el que aquí se preconiza, según se reivindica.

EXPLICACIÓN DE LA INVENCION

El método de entrenamiento deportivo y el balón medicinal inteligente para llevarlo a cabo que la invención propone se configuran, pues, como una novedad dentro de su campo de aplicación, estando los detalles caracterizadores que los distinguen, convenientemente recogidos en las reivindicaciones finales que acompañan a la presente descripción.

Como se ha apuntado anteriormente, lo que la invención propone es, por un lado, un método de entrenamiento deportivo, para determinar la potencia y otras características del usuario, y por otra, un balón medicinal, diseñado para dicho método de entrenamiento deportivo que se distingue por estar provisto de unos medios electrónicos de medición que permiten, a través de un smartphone, tableta electrónica, PC, portátil u otro dispositivo utilizable como interfaz gráfica con que se comunican de manera inalámbrica, disponer de información fiable y válida para determinar la producción de potencia mecánica en el lanzamiento del mismo.

De manera específica, el objeto de la invención, consistente en un balón medicinal que puede estar compuesto de distintos materiales como cuero, goma o plástico, incorpora interiormente un sensor de medición que, asociado a un microprocesador, permite obtener todos los datos que hacen posible la descrita determinación de la producción de potencia. Dicho sensor se encuentra situado justo en el centro del balón, para permitir que la recogida de datos sea más precisa.

En concreto, los medios electrónicos que incorpora el balón comprenden varias partes. En primer lugar, el mencionado un sensor de medición, consistente en una unidad de medición inercial o IMU (*inertial measurement unit*), que mide la velocidad, orientación y fuerzas gravitacionales, usando una combinación de acelerómetro y giróscopo, que se encarga de recoger toda la información necesaria y que, está conectado a un microprocesador y a un

módulo de comunicación inalámbrico, que permite que los datos se envíen al usuario, y éste acceda a ellos mediante una interfaz gráfica.

5 Este módulo de comunicación permite enviar directamente los datos a un servidor a través de una red de comunicaciones. El balón incorpora también un indicador luminoso así como un avisador acústico (zumbador) para proporcionar información al usuario. Para facilitar la sincronización y enlace con el dispositivo portátil, la invención podrá incluir también un tag NFC (*Near Field Communication* o etiqueta de comunicación de campo cercano).

10 Por otro lado, también comprende un sistema de alimentación que consta de una batería, para alimentar dichos componentes, y de un sistema de carga, ya que la batería es preferentemente recargable, siendo, de modo también preferido, un sistema de carga inalámbrica, para que los conectores no sufran daños con el uso del balón, habiéndose previsto una base de recarga específica para ello; y por último, un interruptor que permite
15 encender y apagar el sistema.

Así, el método de entrenamiento deportivo que la presente invención propone, aplicable para el desarrollo y mejora del rendimiento deportivo así como para obtener la cuantificación y análisis de la carga, contempla la utilización de un balón medicinal que incorpora,
20 interiormente, unos medios electrónicos de medición que comunican, de manera inalámbrica, con un dispositivo electrónico portátil externo al balón (de tipo smartphone, tableta electrónica, PC, portátil o similar), el cual ejecuta una aplicación software a través de cuya interfaz gráfica se muestra la información recogida sobre cada lanzamiento del balón, determinando, entre
25 otros, la producción de potencia en cada lanzamiento, o bien, simplemente se usa para realizar la configuración del balón, por lo que éste tiene dos modos de uso: uno con conexión permanente al dispositivo portátil en que se encuentra la interfaz gráfica, y otro de modo autónomo una vez configurado mediante dicho dispositivo.

Con todo ello, las ventajas y posibilidades de uso para el entrenamiento deportivo que
30 proporciona el balón son múltiples:

- Se configura como sistema de medición insertado en el interior del propio balón.
- Permite que el sistema sea autónomo, no requiriendo el empleo de elementos externos como cámaras, radares, detectores ni sensores.

- Permite el empleo del sistema en exteriores, al no requerir infraestructura adicional al propio dispositivo.
- Permite proteger el sistema ante inclemencias meteorológicas (polvo, lluvia, viento) por la estanqueidad de los componentes, los cuales se encuentran así alojados en el interior de
5 balón.
- Permite una reducción de coste y facilidad de uso por parte del usuario.
- Proporciona un sistema de medición de potencia mecánica a través de aceleración con un sistema sencillo y económico, que permite la adaptación del método a diferentes balones con diferente peso, así como el cálculo sencillo y derivación de otros parámetros (distancia de
10 lanzamiento, velocidad, estadísticas, etc.)
- A través de un algoritmo de procesamiento, permite el cálculo de parámetros, la calibración del dispositivo, la detección automática de lanzamiento, así como el filtrado para la supresión de ruido en la señal medida.
- Permite la transmisión de información de forma inalámbrica, es decir, permite la transmisión
15 de datos sin necesidad de cableado ni conectores, y, por tanto, evita la necesidad de puerto de conexión susceptible de rotura por los impactos que recibe el balón en su uso. Además, el hecho de que la transmisión de datos sea de manera inalámbrica también permite el control del balón a través de más de un dispositivo de forma simultánea, por ejemplo un smartphone y un ordenador o tableta electrónica.
- Permite el cálculo y renderización de datos en tiempo real, ya que permite *feedback* instantáneo al deportista sobre la potencia empleada en cada lanzamiento; permite al deportista regular su entrenamiento a través de un sistema experto; supone un sistema de inteligencia artificial situado en el exterior del balón; y permite a un entrenador tener información en tiempo real sobre el rendimiento que está obteniendo el deportista en cada
20 lanzamiento.
- Proporciona una protección perfecta de la electrónica frente a golpes (*rugge electronic device*), imprescindible para el uso realista y sin averías a medio y largo plazo del dispositivo.
- A su vez, en el modo “con conexión permanente” es posible la gestión de varios balones medicinales inteligentes a través de un único dispositivo portátil (smartphone, tableta, PC,
30 portátil o similar), para de esta forma monitorizar entrenamientos colectivos o grupales.

Además, adicionalmente, también proporciona las siguientes ventajas:

- Permite utilizar un dispositivo móvil como interfaz de usuario, lo cual facilita que el sistema

general sea de bajo coste, al emplear la potencia de cálculo y pantalla del móvil para los cálculos, análisis, estudio y renderización de datos, y permite actualización de software para añadir nuevas funcionalidades y capacidades al sistema sin necesidad de reconstrucción de hardware

- 5 - Permite la carga inalámbrica de la batería de alimentación, evitando la existencia de un conector físico de carga susceptible de rotura por uso del balón (golpes/impactos de éste con el suelo y paredes)
- Permite el envío de datos a la nube, lo cual, a su vez, permite efectuar copia de seguridad de los datos ante pérdida del dispositivo móvil, compartir datos con entrenador, con otros usuarios, con deportista/jugador, etc., la comparación de forma anónima o personal con otros deportistas usuarios del sistema, y la actualización del firmware del balón de forma inalámbrica.
- 10 - Permite solventar “bugs” (errores) en software, mejorar características y añadir funcionalidades, así como la posibilidad de personalización
- 15 - Permite el desarrollo de una API software para aplicación móvil (del inglés: *Application Programming Interface*, interfaz de programación de aplicaciones) permitiendo la generación de diferentes aplicaciones software por parte de terceros desarrolladores y un estándar de uso abierto para el dispositivo.
- Tiene bajo consumo de batería
- 20 - Permite la geolocalización, permite determinar georeferencias, parametrizar altura y parámetros meteorológicos como viento y presión atmosférica.

Visto lo que antecede, se constata que el descrito método de entrenamiento deportivo y balón medicinal inteligente para llevar a cabo dicho método representan una innovación de características estructurales y constitutivas desconocidas hasta ahora para el fin a que se destina, razones que unidas a su utilidad práctica, la dotan de fundamento suficiente para obtener el privilegio de exclusividad que se solicita.

DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

30

Para complementar la descripción que se está realizando y con objeto de ayudar a una mejor comprensión de las características de la invención, se acompaña a la presente memoria descriptiva, como parte integrante de la misma, de un plano, en que con carácter ilustrativo y no limitativo se ha representado lo siguiente:

La figura número 1.- Muestra una vista esquemática y en sección de un ejemplo del balón medicinal inteligente, objeto de la invención, apreciándose las principales partes y elementos que comprende, incluyendo la base de recarga de batería prevista para el mismo.

5

La figura número 2.- Muestra, en un esquema de bloques, un diagrama de flujo del funcionamiento de los componentes del balón de la invención y la transmisión de datos del mismo para llevar a cabo el método de entrenamiento que la invención propone.

10 La figura número 3.- Muestra, en diagrama de bloques, el flujo de etapas de funcionamiento del balón cuando se encuentra conectado de forma permanente al dispositivo portátil (smartphone, tableta, PC, portátil).

15 Las figuras número 4a y 4b.- Muestran, en sendos diagramas de bloques, el flujo de etapas de funcionamiento del balón en modo autónomo correspondientes, respectivamente, a las de configuración del mismo y a las de utilización.

20 La figura número 5.- Muestra un diagrama de bloques que especifica las etapas del proceso de calibración del dispositivo aplicable tanto para el modo de funcionamiento con conexión permanente como para el modo de funcionamiento autónomo.

La figura número 6.- Muestra un diagrama de bloques que detalla las etapas del proceso de lanzamiento aplicable tanto para el modo de funcionamiento con conexión permanente como para el modo de funcionamiento autónomo.

25

La figura número 7.- Muestra un diagrama de bloques que detalla las etapas del cálculo y renderización de resultados aplicable para el modo de funcionamiento con conexión permanente.

30 La figura 8.- Muestra un diagrama de bloques que detalla las etapas indica las etapas de cálculo de los datos en el modo de funcionamiento autónomo.

Y la figura número 9.- Muestra una representación esquemática del balón medicinal en una opción de uso del mismo en modo autónomo y con conexión de los datos a internet desde varios ordenadores y dispositivos como smartphone, tableta electrónica, etc.

REALIZACIÓN PREFERENTE DE LA INVENCION

5 A la vista de las mencionadas figuras, y de acuerdo con la numeración adoptada, se puede apreciar en ellas un ejemplo de realización no limitativo del balón medicinal inteligente preconizado, el cual comprende las partes y elementos que se indican y describen en detalle a continuación.

10 Así, tal como se observa principalmente en las figuras 1 y 2, el balón (1) medicinal en cuestión es un cuerpo esférico, de diámetro variable y peso variable, normalmente entre 0,9 y 11 Kg., fabricado de cuero, goma o plástico, que incorpora, interiormente, unos medios electrónicos de medición (2) con alimentación (5) eléctrica y asociados a un módulo de comunicación (3) inalámbrica que comunica con un dispositivo electrónico portátil (41) (de tipo smartphone, 15 tableta electrónica, PC, portátil o similar), externo e independiente al balón (1), el cual ejecuta una aplicación software a través de cuya interfaz gráfica (4) muestra la información recogida sobre cada lanzamiento del mismo. Con ello, el método de entrenamiento que la invención propone contempla la utilización de dicho balón (1) y dicha aplicación ejecutada en un dispositivo electrónico portátil (4) para obtener información para determinar, entre otros, la 20 producción de potencia en cada lanzamiento.

20 Más concretamente, dichos medios electrónicos de medición (2) que incorpora internamente el balón (1) comprenden, al menos, un sensor de medición (21) tipo IMU, con acelerómetro y giróscopo, que va colocado justo en el centro del balón (1) y conectado a un microprocesador (22) y al módulo de comunicación (3) inalámbrico, que permite que los datos se envíen a la 25 interfaz gráfica (4), desde la que accede a ellos el usuario, o bien directamente a un servidor (42) a través de una red de comunicaciones como Internet (I); comprendiendo, preferentemente, además un indicador luminoso (23) así como un avisador acústico o zumbador (24), así como también un tag NFC (25). Asimismo, el balón está dotado de una 30 batería como sistema de alimentación (5) y de un interruptor (6) que abre o cierra el circuito de dicha alimentación, para encender y apagar el sistema.

Preferentemente, la interfaz gráfica (4) pertenece una aplicación de software específico con posibilidad de conexión a Internet implementada en un dispositivo electrónico portátil (41) con pantalla, tal como un smartphone, tableta, ordenador portátil, (tipo *laptop*). Y la comunicación

del módulo (3) del balón (1) con dicho dispositivo portátil (41) se efectúa vía Wi-Fi o *Bluetooth*.

En cualquier caso, la batería (5) es, preferiblemente recargable a través de un sistema de carga (7) inalámbrica, por sistema electromagnético mediante espiras (71) previstas al efecto en el balón (1) y en una base de recarga (8) configurada con una superficie semiesférica (9) de dimensiones aptas a las del balón (1), para sujetarlo, y provista de la correspondiente conexión (10) a la red eléctrica.

Con todo ello, el balón (1) puede funcionar con dos modos de uso optativos: en modo con conexión permanente a dispositivo portátil (41), en el que el funcionamiento se realiza mediante a éste, o bien, en modo autónomo donde el dispositivo portátil (41) se utiliza únicamente para configurar el balón (1), siendo posteriormente el balón (1) totalmente autónomo en su uso.

Para el funcionamiento del sistema se contemplan dos tipos de software. Por un lado, el software, que llamaremos de “funcionamiento”, encargado de adquirir la información específica del lanzamiento del balón y su procesamiento posterior. Dicho software se encuentra repartido, estando implementado en parte en la electrónica del balón (1) y en parte en el dispositivo portátil (41) conectado al mismo. Por otro lado se encuentra el software, que llamaremos de “aplicación” relativo al plan de entrenamiento a aplicar en las sesiones de trabajo, el cual se ejecuta en el dispositivo portátil (41) constituyendo la parte de la interfaz gráfica (4) que permite la configuración de parámetros específicos por parte del entrenador, y con el que se podrá acceder a la información resultante de la ejecución del software de funcionamiento, es decir, parámetros como la potencia mecánica del lanzamiento, etc. Además, estará programado para avisar al usuario cuando la producción de potencia decrece y de esta forma poder detener los lanzamientos con el objeto de recuperar. El fin último del balón (1) medicinal, es trabajar desarrollando la máxima potencia mecánica posible con la masa del balón seleccionada en cada lanzamiento y siempre en tiempo real.

Así pues, el balón (1) permite llevar a cabo un método de entrenamiento deportivo que comprende dos modos de uso opcionales, uno con conexión permanente al dispositivo electrónico portátil (41) con la interfaz gráfica (4), donde ésta muestra en tiempo real la información recogida sobre cada lanzamiento del balón (1), y otro de modo autónomo, en que la interfaz (4) solo se usa para configurar los medios electrónicos (2) del balón (1) y la

información recogida se puede estudiar con posterioridad en dicho dispositivo electrónico portátil (41) o en otro, comprendiendo cada uno distintas etapas de funcionamiento, las cuales se han representado en las figuras 3 a 8, mediante correspondientes gráficos de bloques, numeradas según lo siguiente:

5

En el modo de funcionamiento con conexión permanente al dispositivo electrónico portátil (41) de la interfaz gráfica (4), se requiere de un dispositivo portátil (smartphone, tableta, portátil) permanentemente conectado al balón (1) mediante una red inalámbrica, *Bluetooth* o Wi-Fi. Y las etapas de procedimiento de uso, como muestra la figura 3, son básicamente las siguientes:

10

- Etapa de inicialización de sistemas (500). El sistema se inicializa pulsando el botón (6) situado en el balón. Asimismo se inicializa la aplicación móvil de la interfaz gráfica (4) en el dispositivo portátil (41). Este proceso es similar para activar el balón (1) si se encuentra en modo autónomo.

15

- Etapa de vinculación con el balón (510). Desde la aplicación iniciada en el dispositivo portátil (41) se activa enlace vía tecnología Wi-Fi o *Bluetooth* con el balón (1). En el primer uso será necesaria una vinculación con el dispositivo. Ésta se podrá activar haciendo uso del botón (6) en el balón. También existe la posibilidad de realizar una vinculación rápida acercando el dispositivo portátil (41) al tag NFC (25) que opcionalmente incorpora el balón (1) bajo su revestimiento exterior (siempre que el dispositivo portátil incorpore dicha tecnología NFC). La vinculación sólo será necesaria en el primer uso del balón (1) en dicho dispositivo portátil (41). Se proporciona la posibilidad de que un mismo balón (1) pueda ser controlable desde varios dispositivo portátiles (41) o que un mismo dispositivo portátil (41) pueda monitorizar la actividad de varios balones (1) medicinales.

20

25

- Etapa de configuración del dispositivo (520). El proceso de configuración será necesario también en el primer uso o cuando se modifique el usuario o el plan de entrenamiento. Será necesario indicar las características concretas del balón (peso, diámetro, etc.), los parámetros del plan de entrenamiento (repeticiones, umbrales lanzamiento, etc.) así como los parámetros técnicos para la configuración de la transmisión (usuario, clave, velocidad transmisión, etc.)

30

- Etapa de calibración del dispositivo (530). Se debe realizar al inicializar el balón (1), o tras un uso intensivo del mismo. Como se aprecia en la figura 5, dicha etapa de calibración

comprende, a su vez, una etapa de solicitud de calibración (532) donde se realiza una petición de calibración. Ésta se puede realizar desde el dispositivo portátil (41) a través de la interfaz gráfica (4) o mediante una orden verbal (control por voz). A continuación, el balón (1) debe permanecer en estado de reposo (534) durante unos segundos, los medios electrónicos (2) reciben los datos en reposo y calculan los parámetros de calibración (536). El balón (1) indica al usuario, mediante la indicación luminosa (23) o avisador acústico (24) al usuario que el proceso de calibración ha finalizado (538). Esta indicación se refleja también en el dispositivo portátil (4).

10 - Etapa de verificación (540). El proceso de verificación del estado del balón medicinal (1) se realiza de forma interna en el hardware del balón (1). Durante este proceso el sistema detecta si el balón (1) se encuentra o no en movimiento, existiendo dos posibilidades de funcionamiento:

15 - Si no se detecta movimiento: el sistema permanece en espera durante un determinado periodo de tiempo. Si tras el transcurso de dicho periodo de tiempo no se detecta ningún movimiento, el sistema pasa al estado de reposo cuya función principal es el ahorro de energía, pasando a una etapa de finalización (580).

20 - Si se detecta movimiento: el sistema permanece activo y leyendo datos de forma continua, pasando a la etapa de detección de lanzamiento (550).

- Etapa de detección de lanzamiento (550) El proceso de detección de lanzamiento del balón (1) se realiza de forma interna en el hardware del balón medicinal (1). Es el proceso crítico del sistema, debido a que se encarga de determinar cuándo se producen lanzamientos del balón medicinal (1). Se divide en varios subprocesos tal y como se observa en la figura 6.

El sensor (21) recoge datos de aceleración del balón medicinal (1) de forma continua (552). El microprocesador (22) se encarga de analizar los datos (554) y determinar el momento exacto del lanzamiento del balón medicinal (1). Esta decisión se toma mediante un filtro que trabaja mediante umbral (configurable en la etapa de configuración del dispositivo (520)). Cuando la aceleración del balón medicinal (1) supera un valor determinado se interpreta como un inicio de lanzamiento del balón (556), en caso contrario se siguen leyendo datos de forma ininterrumpida (552).

Cuando se realiza un lanzamiento efectivo (556), se recoge la cantidad suficiente de datos para poder calcular posteriormente la potencia mecánica de lanzamiento de forma precisa en un paso posterior (570). Cuando el microprocesador (22) recoge los datos se aplican una serie de filtros (558) a los datos leídos por el sensor (21) con el objetivo de aumentar su calidad.

- Etapa de envío de datos (560). El proceso de envío de datos se realiza cuando el hardware o medios electrónicos (2) integrados en el balón medicinal (1) detecta que se ha realizado un lanzamiento del balón. Para ello, primero se realiza una compresión de los datos para reducir su tamaño e incrementar la velocidad de envío de datos. Tras dicha compresión el hardware del balón medicinal envía los datos a la interfaz gráfica (4) mediante la forma de comunicación inalámbrica elegida (3) (Wi-Fi, *Bluetooth*).

En el caso de que la comunicación se interrumpa o presente algún error durante el proceso de envío se informará al hardware del balón para nuevo reenvío de datos.

- Etapa de cálculo y análisis de datos (570). El proceso de cálculo y análisis de los datos se realiza de forma interna en el software de la aplicación o interfaz gráfica (4) instalada en el dispositivo portátil (41). Durante este proceso se calculan los valores de potencia mecánica obtenidos durante el lanzamiento del balón medicinal (1) gracias a una serie de fórmulas y algoritmos que permiten obtener dicha potencia mecánica mediante los datos de la aceleración del balón medicinal. Además, se proporciona información al usuario sobre los distintos lanzamientos que se han realizado. Este proceso se encuentra detallado en la figura número 7. Además de la potencia mecánica el dispositivo puede proporcionar otros datos de interés para el método de entrenamiento como velocidad de lanzamiento o longitud o altura alcanzada.

La aplicación instalada en el dispositivo portátil (41) realiza un filtrado adaptativo de los datos recibidos (572) con el fin de limpiar los datos de aceleración y minimizar los posibles errores producidos durante la transmisión de los datos del lanzamiento. Además, se realiza una estimación de la orientación y la trayectoria seguida por el balón (574) cuyo objetivo es que la lectura realizada de los datos sea lo más precisa posible. Para ello se establece una relación entre el sistema de referencia externo (*external coordinate system*) al balón medicinal (1), qué es el lugar donde se sitúa el sujeto que realiza el lanzamiento y el sistema de referencia interno

(*internal coordinate system*), que es la posición relativa que presenta el sensor (21) con respecto al sistema de referencia externo.

Posteriormente, la aplicación móvil realiza una serie de cálculos que permiten obtener la velocidad y finalmente, el cálculo de la potencia mecánica (576), que es el valor de máximo interés. Con los resultados obtenidos el usuario puede efectuar diversas operaciones entre las que destacan la subida de los datos del lanzamiento del balón medicinal (1) a la nube, renderización y registro de los datos, recogida de estadísticas de distintos lanzamientos, evolución del trabajo de fuerza, seguimiento en tiempo real del entrenamiento, etc., etapa indicada en el esquema de la figura 7 con la referencia (578).

- Etapa de finalización (580). Es la última etapa que se realiza tanto en el balón (1) como en el dispositivo portátil (41), y puede llevarse a cabo de forma manual o automática.

- De forma manual cuando se apaga el dispositivo mediante el interruptor (6) o cuando se cierra la aplicación instalada en el dispositivo portátil (41).
- De forma automática cuando el balón (1) se queda sin batería (5) o cuando se inicia el estado de reposo tal y como se menciona en la etapa de verificación (540).

Por su parte, en el modo de funcionamiento autónomo del balón (1) se requiere de un dispositivo portátil (41) (smartphone, tableta electrónica, portátil, laptop) con la interfaz gráfica (4) únicamente para realizar la configuración del dispositivo. Las demás funciones se realizan de forma independiente a éste y se llevarán a cabo en el hardware o medios electrónicos (2) incluidos en el balón (1) medicinal, estando las etapas que comprende representadas en el esquema de la figura 4a.

En este modo de funcionamiento se utiliza el dispositivo portátil (41) (smartphone, tableta electrónica, portátil, laptop) únicamente para configurar el balón (1). Se podrá utilizar el dispositivo portátil (41) para consultar resultados una vez finalizado el entrenamiento o posteriormente. Para el uso, el balón (1) funcionará de forma autónoma, procediendo a la medición y cálculo de los datos tras lanzamiento y enviando de forma autónoma dichos datos a un servidor a través de red de comunicaciones (envío de datos a la nube).

Así, tal como muestra dicho esquema de la figura 4a, la configuración del balón (1) en dicho

modo de uso, comprende:

- Una etapa de inicialización de sistemas (600). El proceso de inicialización de sistemas es análogo a la etapa de inicialización (500) descrita para el modo con conexión permanente.

5

- Etapa de conexión con el balón (610). La conexión con el balón (1) desde el dispositivo portátil (41) es similar al descrito para el modo con conexión permanente. Será necesario vincular ambos dispositivos, es decir, balón (1) y dispositivo portátil (41) en el primer uso, pudiendo activarse desde la interfaz gráfica (4) o aplicación en el dispositivo portátil (4) y mediante el botón interruptor (6) del balón (1) o bien, haciendo uso del tag NFC (25) en caso de tenerlo.

10

- Etapa de configuración del dispositivo (620) El proceso de configuración es similar al descrito en la etapa de configuración (520) para el modo de conexión permanente, con la salvedad de que además, se configuran los parámetros de la red Wi-Fi (SSID, password, etc.) para que el balón (1) permita conectarse de forma autónoma a la red y transmitir datos posteriormente.

15

- Etapa de finalización (630). Este paso implica la desconexión del balón (1) con el dispositivo portátil (41), para proceder a continuación a la conexión automática del balón (1) a la red Wi-Fi para el envío de datos de lanzamientos. El balón (1) se conecta a la red (710), o en caso de ausencia de actividad entra en modo reposo (770) (etapas indicadas en la figura 4b).

20

Las etapas de uso del balón (1) en el modo autónomo, representadas en el esquema de la figura 4b, comprenden:

25

- Etapa de inicialización del balón (700). El sistema se inicializa pulsando el botón interruptor (6) situado en el balón (1). Mediante un aviso acústico del zumbador (24) o visual del dispositivo luminoso (23), avisa al usuario de que se ha inicializado correctamente.

30

- Etapa de conexión del balón a la red (710). El proceso de conexión a la red se lleva a cabo de forma automática. Si se ha configurado el dispositivo correctamente, se establecerá automáticamente la conexión con la red inalámbrica y se avisará al usuario mediante una señal acústica o visual. En caso contrario, el usuario debe volver a configurar el dispositivo.

- Etapa de calibración del balón (720). El proceso de calibración en modo autónomo es similar al proceso de calibración con conexión permanente a dispositivo portátil (530), cuyas etapas se representan en el esquema de la figura 5. Si bien presenta una diferencia fundamental y es que en el modo de conexión permanente el usuario es quien decide llevar a cabo la calibración del sistema y en el modo autónomo el sistema es quien decide cuándo se debe llevar a cabo la calibración. No obstante, el usuario puede forzar la calibración desde las opciones de configuración. El balón (1) avisará al usuario cuando se esté autocalibrando mediante una señal acústica o visual.
- Etapa de verificación (730). Este proceso es similar al proceso de estado en el modo con conexión permanente a dispositivo portátil en su etapa de verificación (540), igualmente con dos posibilidades, que se detecte movimiento o que no se detecte movimiento.
- Etapa de detección de lanzamiento (740) Este proceso es similar al proceso de detección de lanzamiento (550) en el modo con conexión permanente a dispositivo portátil, cuyas etapas concretas se representan en el esquema de la figura 6.
- Etapa de cálculo y análisis (750). El proceso de cálculo y análisis de los datos se realiza de forma interna en el hardware del balón (1). Durante este proceso se calculan los valores de potencia mecánica obtenidos durante el lanzamiento del balón (1) medicinal gracias a una serie de algoritmos y fórmulas que permiten obtener dichos valores de potencia mecánica mediante los datos de la aceleración del balón medicinal. Además, se registra información sobre los distintos lanzamientos que se han realizado, u otros parámetros de interés para el entrenamiento. Este proceso se encuentra representado en el esquema de la figura 8.
- El microcontrolador (22) realiza un filtro adaptativo con los datos que permite limpiar los datos de aceleración y minimizar al máximo los posibles errores producidos por el sensor (21) durante el lanzamiento (752). Además, se realiza una estimación de la orientación y la trayectoria seguida por el balón cuyo objetivo es que la lectura realizada de los datos sea lo más precisa posible. Para ello se establece una relación directa entre el sistema de referencia externo al balón medicinal (1), que es el lugar donde se sitúa el sujeto que realiza el lanzamiento y el sistema de referencia interno, que es la posición relativa que presenta el sensor (21) con respecto al sistema de referencia externo (754).

Posteriormente, el microcontrolador (22) realiza una serie de cálculos que permiten obtener

la velocidad y posteriormente, el cálculo de la potencia mecánica, que es el valor de máximo interés (756).

Conviene señalar que los procesos especificados en la etapa de cálculo y análisis (750), se realizan fundamentalmente en el hardware del balón (1). Sin embargo algunos cálculos o estimaciones, que utilizan el histórico de los datos registrados a lo largo de diferentes lanzamientos para un determinado usuario o varios de ellos se pueden realizar posteriormente en el servidor (42) o incluso en el dispositivo portátil (41) tras descargar dicho histórico de datos.

- Etapa de envío de datos a la nube (760). Proceso de envío de datos. Se envían los resultados obtenidos, a través de Internet (I) a un servidor (42) que permite efectuar al usuario diversas operaciones tales como la renderización y registro de los datos, recogida de estadísticas de distintos lanzamientos, evolución del trabajo de fuerza, seguimiento en tiempo real del entrenamiento, etc. Esta información se puede distribuir, además de la dispositivo portátil (41) que lleva implementada la interfaz gráfica (4), a diferentes dispositivos informáticos (41') portátiles o no, de forma simultánea, como muestra la figura 9.

- Etapa de finalización (770). Es el último proceso que se realiza en el balón (1). Puede llevarse a cabo de forma manual o automática.

- De forma manual cuando se apaga el balón mediante el interruptor (6).
- De forma automática cuando el balón (1) se queda sin batería (5) o cuando se inicia el estado de reposo de la etapa de verificación (730).

Como se ha dicho, la figura número 5 muestra un esquema que detalla las etapas subsidiarias que comprende la etapa de calibración del balón (1) (señalada con la referencia (530) para el modo con conexión permanente al dispositivo portátil (41) y con la referencia (720) para el modo autónomo. A su vez, la figura número 6 detalla las etapas subsidiarias que comprende la etapa de lanzamiento (550) para el modo de uso con conexión permanente al dispositivo portátil (41) y (740) para el modo autónomo. La figura número 7 es un esquema de los pasos o etapas subsidiarias de la etapa de cálculo y renderización de resultados (570) para el modo con conexión permanente al dispositivo portátil (41). Y la figura 8 es un esquema de las etapas subsidiarias de la etapa de cálculo y análisis de datos (750) para el modo de uso autónomo.

Descrita suficientemente la naturaleza de la presente invención, así como la manera de ponerla en práctica, no se considera necesario hacer más extensa su explicación para que cualquier experto en la materia comprenda su alcance y las ventajas que de ella se derivan, haciéndose constar que, dentro de su esencialidad, podrá ser llevada a la práctica en otras formas de realización que difieran en detalle de la indicada a título de ejemplo, y a las cuales alcanzará igualmente la protección que se recaba siempre que no se altere, cambie o modifique su principio fundamental.

Bibliografía

1. Baker D, Nance S, Moore M. The load that maximizes the average mechanical power output during jump squats in powertrained athletes. *J Strength Cond Res.* 2001;15(1):92–7.
2. Haff GG, Nimphius S. Training principles for power. *Strength Cond J.* 2012;34(6):2–12.
3. Hawley JA, Williams MM, Vickovic MM, et al. Muscle power predicts freestyle swimming performance. *Br J Sports Med.* 1992;26(3):151–5.
4. Baker D. A series of studies on the training of high-intensity muscle power in rugby league football players. *J Strength Cond Res.* 2001;15(2):198–209.
5. Carlock JM, Smith SL, Hartman MJ, et al. The relationship between vertical jump power estimates and weightlifting ability: a field-test approach. *J Strength Cond Res.* 2004;18(3):534–9.
6. Wilson GJ, Newton RU, Murphy AJ, et al. The optimal training load for the development of dynamic athletic performance. *Med Sci Sports Exerc.* 1993;25(11):1279–86.
7. McBride JM, Triplett-McBride T, Davie A, et al. The effect of heavy- vs. light-load jump squats on the development of strength, power, and speed. *J Strength Cond Res.* 2002;16(1):75–82.
8. Toji H, Kaneko M. Effect of multiple-load training on the force– velocity relationship. *J Strength Cond Res.* 2004;18(4):792–5.
9. Hoffman JR, Ratamess NA, Cooper JJ, et al. Comparison of loaded and unloaded jump squat training on strength/power performance in college football players. *J Strength Cond Res.* 2005;19(4):810–5.
10. Ignjatovic AM, Markovic ZM, Radovanovic DS. Effects of 12-week medicine ball training on muscle strength and power in young female handball players. *J Strength Cond Res.* 2012 Aug;26(8):2166–73.

REIVINDICACIONES

1. Un método de entrenamiento deportivo usando un balón (1) medicinal inteligente que consiste en un cuerpo esférico de diámetro variable que
 5 incorpora, internamente, unos medios electrónicos de medición (2) con alimentación (5) eléctrica; y donde dichos medios electrónicos de medición (2) están asociados a un módulo de comunicación (3) inalámbrica que comunica con una interfaz gráfica (4) de una aplicación software ejecutada en un dispositivo electrónico portátil (41) desde la que accede a ellos un usuario; o bien di
 10 rectamente a un servidor (42) a través de una red de comunicaciones como Internet (I), donde el método de entrenamiento comprende las etapas de:

a. La configuración de los parámetros específicos de un entrenamiento deportivo que incluye, al menos, el lanzamiento del balón (1) medicinal
 15 inteligente;

b. La adquisición de los datos relativos al lanzamiento del balón (1); y

c. El cálculo en tiempo real de la velocidad y potencia mecánica de cada lanzamiento del balón (1);

y donde dicho balón (1) está conectado inalámbricamente con el
 20 dispositivo portátil (41) mediante:

- un modo de conexión permanente entre el balón (1) y el dispositivo portátil (41) , donde se muestra en tiempo real, al menos, los datos de la potencia mecánica del lanzamiento y velocidad en la interfaz gráfica (4) del dispositivo portátil (41); y

- un modo autónomo, donde el dispositivo portátil (41) configura los parámetros específicos del entrenamiento, siendo posteriormente el balón (1) totalmente autónomo en su uso y en el envío de datos al servidor (42) donde se calculan al menos los datos de la potencia mecánica y
 30 velocidad del lanzamiento,

donde, el modo de funcionamiento con conexión permanente entre el balón (1) y el dispositivo portátil (41) comprende: una etapa de inicialización de sistemas (500); una etapa de vinculación con el balón (510) mediante botón (6) o etiqueta NFC (25); una etapa de configuración del dispositivo (520); una etapa de
 35 calibración del dispositivo (530); una etapa de verificación (540) de detección o

no de movimiento; una etapa de detección de lanzamiento (550); una etapa de envío de datos (560) , mediante la forma de comunicación inalámbrica (3) elegida Wi-Fi o Bluetooth; una etapa de cálculo y análisis de datos (570); y una etapa de finalización (580)..

5

2. El método según la reivindicación 1, que comprende una etapa de avisar a un usuario cuando la producción de potencia en el lanzamiento del balón (1) decrece.

10

3. El método según cualquiera de las reivindicaciones 1-2 donde, en la etapa de detección de lanzamiento (550), el sensor (21) del balón (1) recoge datos de aceleración del balón medicinal (1) de forma continua (552), el microprocesador (22) del balón (1) se encarga de analizar los datos (554) y determinar el momento exacto del lanzamiento del balón medicinal (1), decisión que se toma mediante un filtro que trabaja mediante umbral configurable en la etapa de configuración del dispositivo (520); de modo que cuando la aceleración del balón medicinal (1) supera un valor determinado se interpreta como un inicio de lanzamiento del balón (556), en caso contrario se siguen leyendo datos de forma ininterrumpida (552).

15

20

25

4. El método según cualquiera de las reivindicaciones 1-3 donde, en la etapa de cálculo y análisis de datos (570), la aplicación instalada en el dispositivo portátil (41) realiza un filtrado adaptativo de los datos recibidos (572) con el fin de limpiar los datos de aceleración y minimizar los posibles errores producidos durante la transmisión de los datos del lanzamiento; además, se realiza una estimación de la orientación y la trayectoria seguida por el balón (574) cuyo objetivo es que la lectura realizada de los datos sea muy precisa, para lo cual se establece una relación entre el sistema de referencia externo al balón medicinal (1), que es el lugar donde se sitúa el sujeto que realiza el lanzamiento y el sistema de referencia interno, que es la posición relativa que presenta el sensor (21) con respecto al sistema de referencia externo; y posteriormente, la aplicación móvil realiza los cálculos para obtener al menos la velocidad y la potencia mecánica (576).

30

35

5. El método según cualquiera de las reivindicaciones 1-4 donde, en el modo de funcionamiento autónomo, se utiliza el dispositivo portátil (41) sólo para configurar el balón (1) y comprende un primer proceso de configuración y un segundo proceso de uso; en donde el primer proceso de configuración comprende: una etapa de inicialización de sistemas (600); una etapa de conexión con el balón (610) , mediante el botón interruptor (6) del balón (1) o etiqueta NFC (25); una etapa de configuración del dispositivo (620); y una etapa de finalización (630) con la desconexión del balón (1) del dispositivo portátil (41), para proceder a la conexión automática del balón (1) a la red Wi-Fi para el envío de datos de lanzamientos; y donde el segundo proceso de uso comprende: una etapa de iniciación del balón (700); una etapa de conexión del balón a la red (710); una etapa de calibración del balón (720), que se producen de modo autónomo pero el usuario puede forzar desde las opciones de configuración; una etapa de verificación (730); una etapa de detección de lanzamiento (740), con etapas subsidiarias idénticas a las de la reivindicación 13; una etapa de cálculo y análisis (750) que se realiza de forma interna en el hardware del balón (1) con etapas subsidiarias análogas a las de la reivindicación 14; una etapa de envío de datos a la nube (760); y una etapa de finalización (770).

FIG. 1

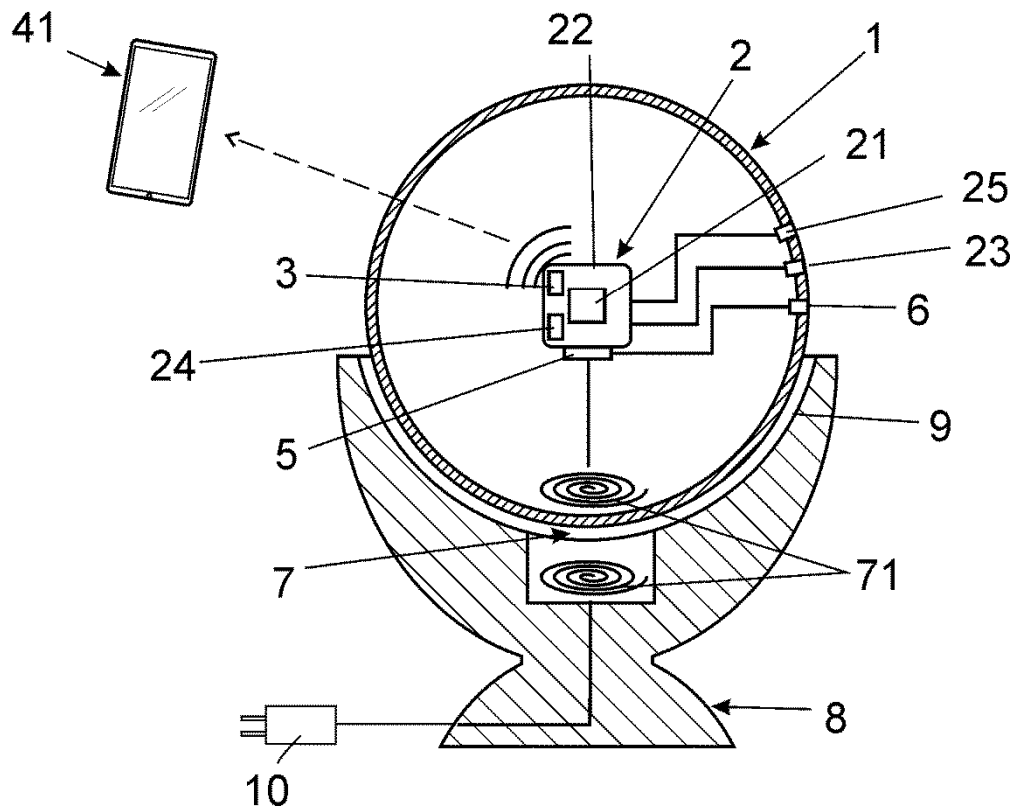


FIG. 2

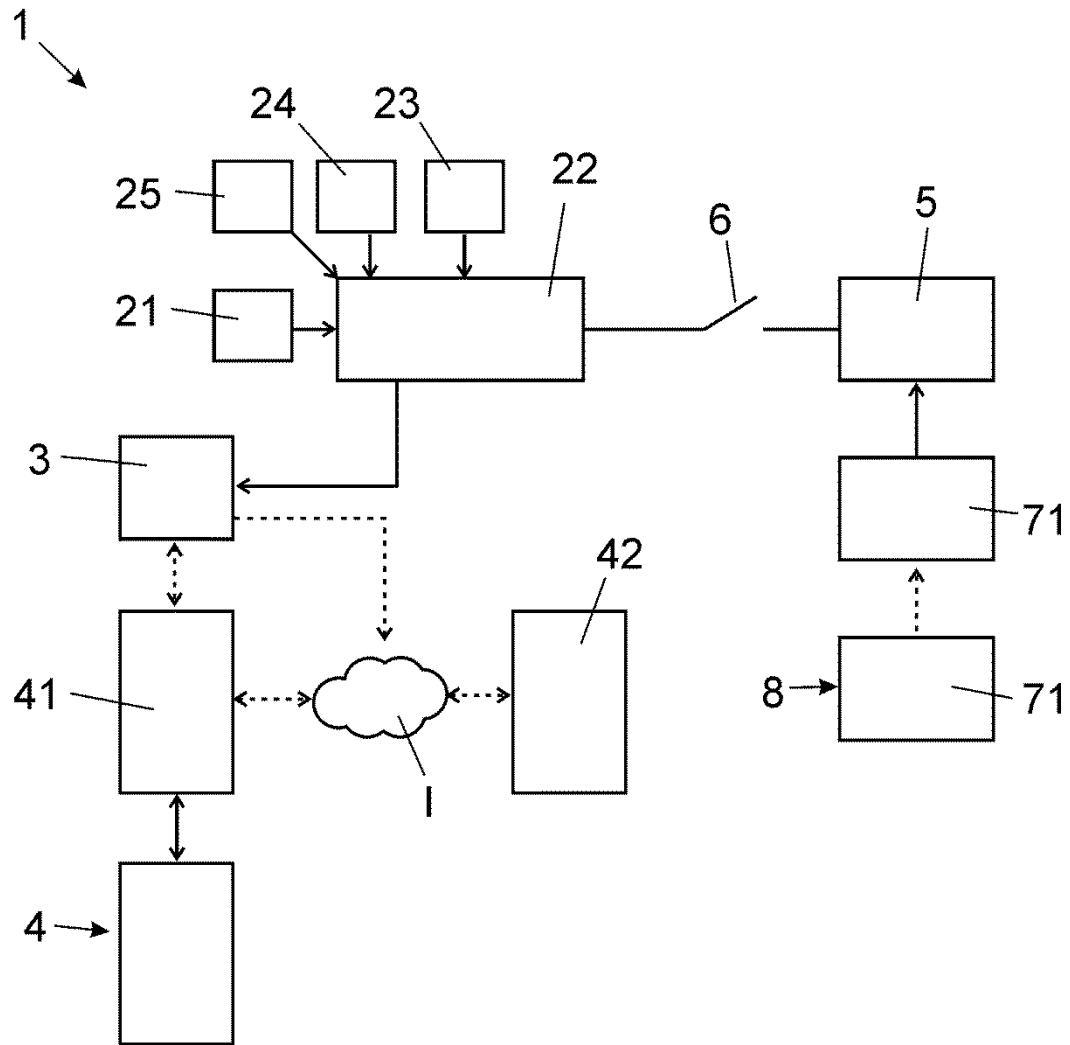


FIG. 3

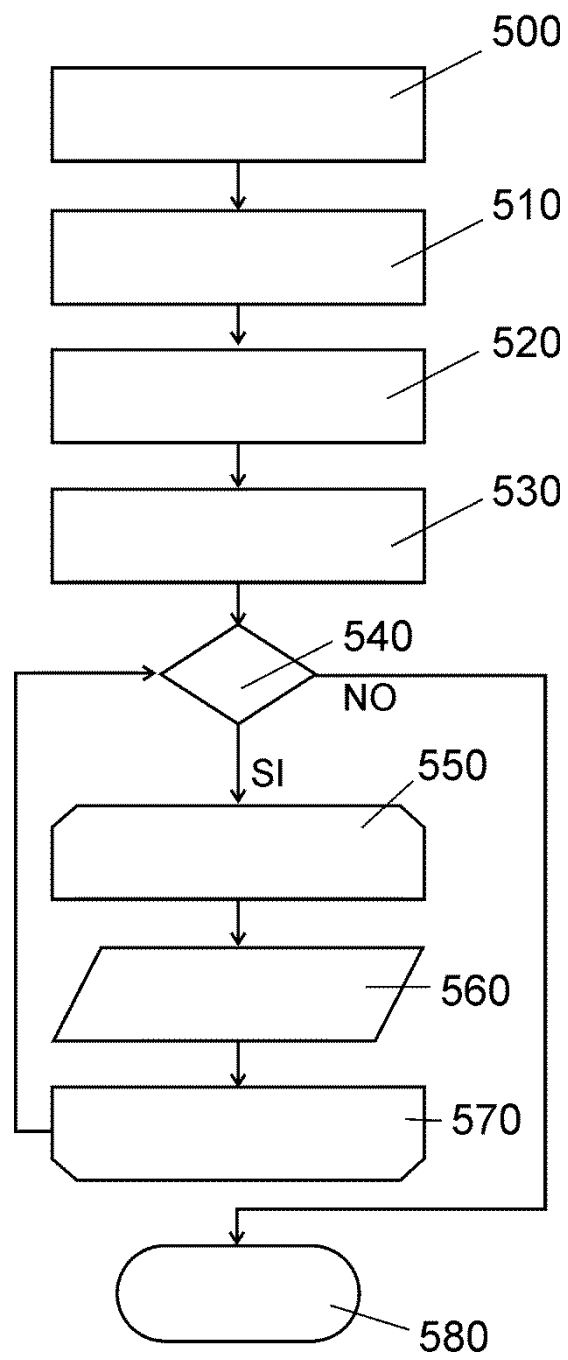


FIG. 4a

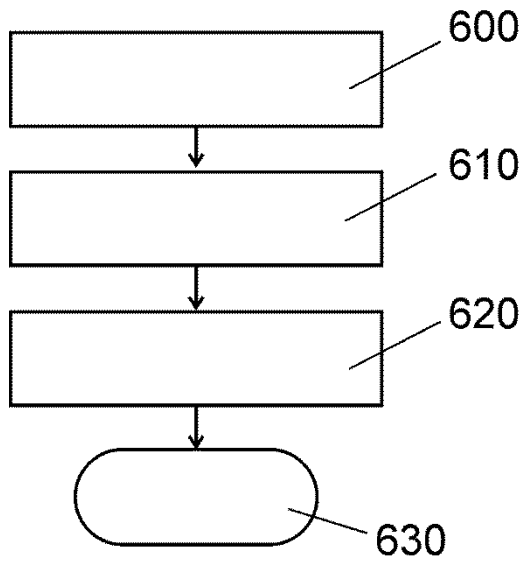


FIG. 4b

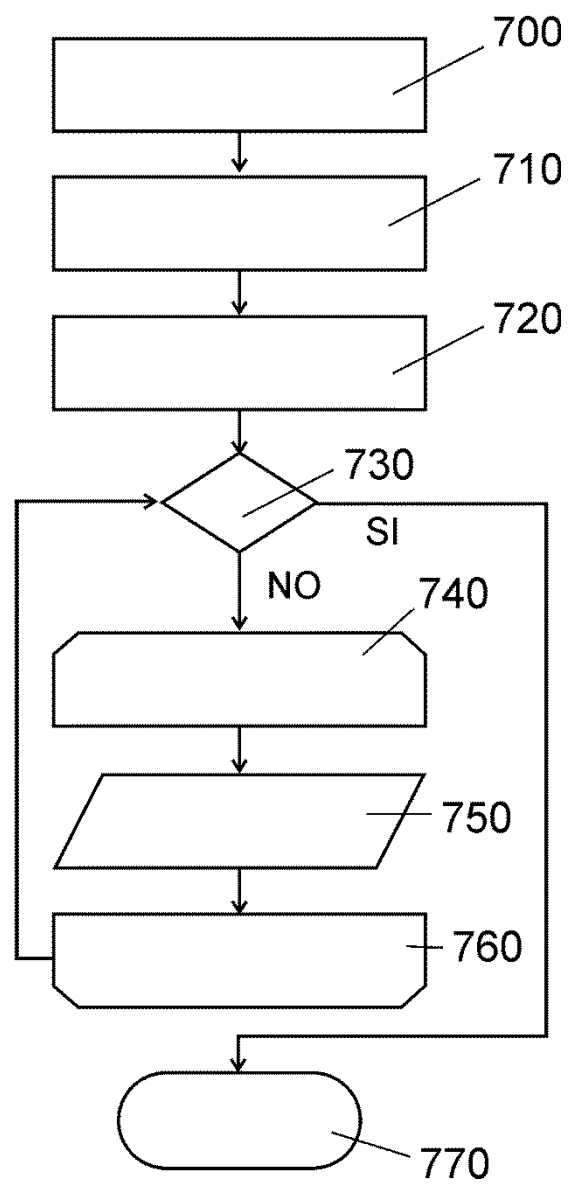


FIG. 5

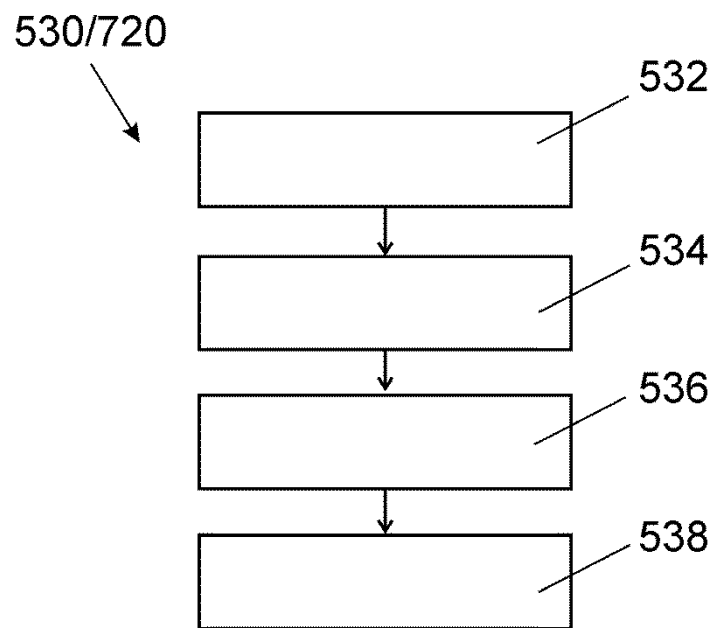


FIG. 6

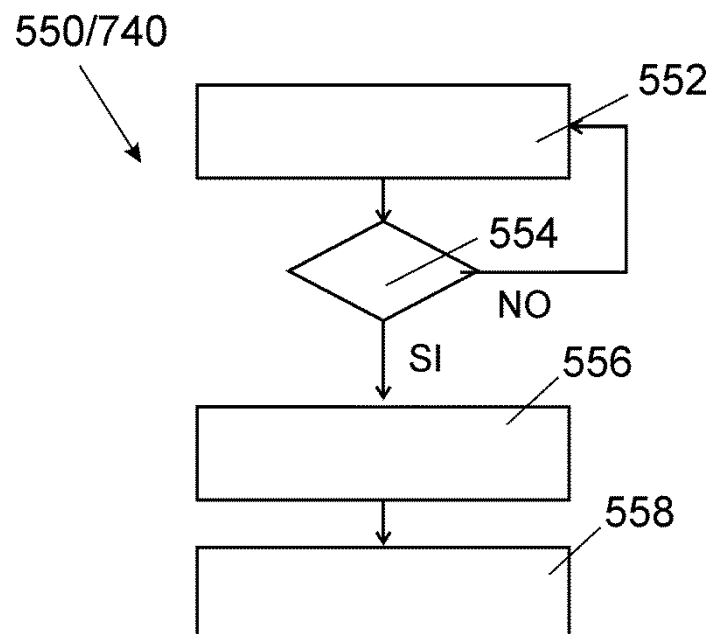


FIG. 7

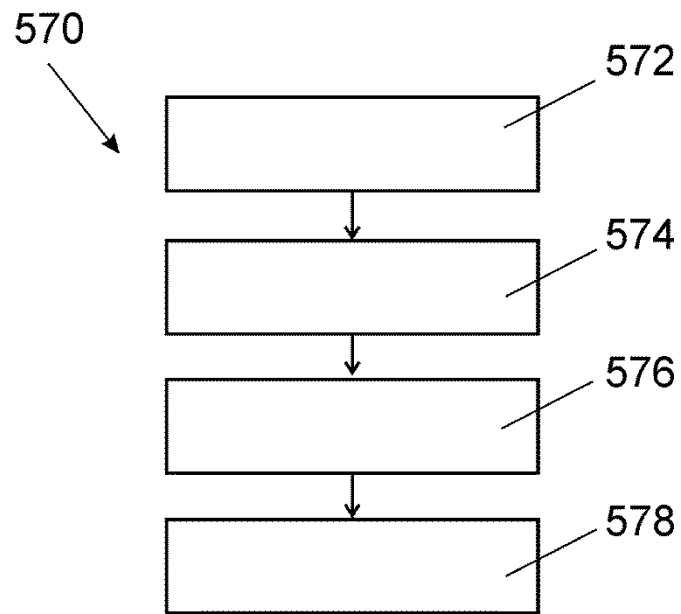


FIG. 8

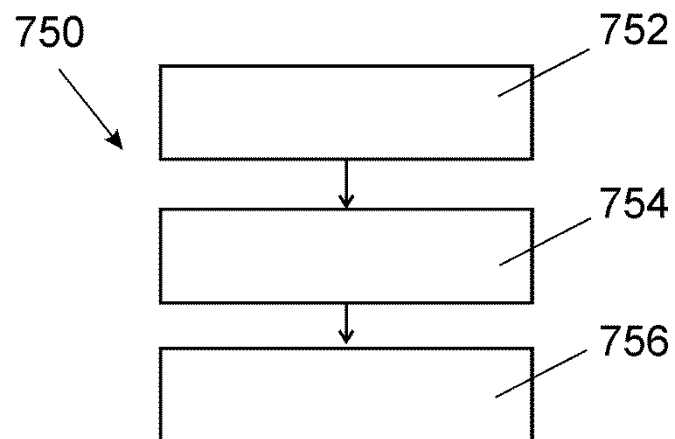


FIG. 8

