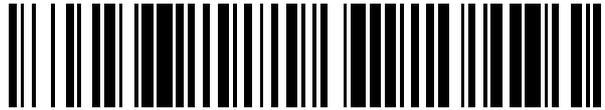


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 414 658**

51 Int. Cl.:

**A61B 5/22**

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.10.2009 E 09740686 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.03.2013 EP 2349003**

54 Título: **Proceso y dispositivo que permite a un atleta determinar además de controlar la velocidad de desplazamiento de una masa**

30 Prioridad:

**22.10.2008 CH 16632008**

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

**22.07.2013**

73 Titular/es:

**MYOTEST SA (100.0%)  
Rue de la Blancherie 61  
1950 Sion, CH**

72 Inventor/es:

**FLACTION, PATRICK**

74 Agente/Representante:

**SUGRAÑES MOLINÉ, Pedro**

**ES 2 414 658 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**

Proceso y dispositivo que permite a un atleta determinar además de controlar la velocidad de desplazamiento de una masa

Sector técnico

5 La presente invención concierne a un proceso y un dispositivo que permite a un atleta determinar además de controlar la velocidad de desplazamiento de una masa.

Estado de la técnica

10 Existen numerosos documentos que describen acelerómetros para la medición de resultados deportivos. La mayor parte de los acelerómetros existentes están destinados a ejercicios de larga duración, por ejemplo para valuar la distancia recorrida o el número de calorías gastadas durante una sesión de jogging o un paseo ciclista. Existen también dispositivos muy similares para detectar las caídas de personas mayores, el tiempo que pasan sentadas, paradas o acostadas, etc.

15 US5788655 (Omron) describe un aparato destinado a estar fijo sobre el cuerpo y equipado de un acelerómetro y de un visualizador LCD. El aparato mide en permanencia los desplazamientos del usuario para determinar su nivel de actividad física y otras magnitudes dependientes del metabolismo, por ejemplo el consumo de calorías diario del usuario. Este tipo de aparato es útil para medir de manera más objetiva el nivel de sedentarismo de los pacientes. Pero es sin embargo inadecuado para el entrenamiento muscular y para la medición de esfuerzos breves, y no permite determinar por ejemplo la potencia máxima de un grupo muscular del atleta.

20 WO2005074795 (Nokia) describe un terminal de medición equipada de un acelerómetro y atado sobre el cuerpo de un atleta. Los datos medidos son evaluados para proporcionar una magnitud representativa de la intensidad del esfuerzo proporcionado. De nuevo, la meta es determinar el nivel de actividad a lo largo de un periodo largo, por ejemplo un día o una semana.

US2006191335 describe un acelerómetro portátil destinado especialmente para medir la fuerza muscular de las piernas con la ayuda de ejercicios de caminata.

25 WO03/032826 (Philips) describe un sistema comparable y equipado de un acelerómetro triaxial para determinar el nivel de actividad física de un paciente. El dispositivo propuesto muestra magnitudes tales como la tasa metabólica cotidiana, el gasto energético cotidiano o el gasto de energía inducido por el ejercicio. Este aparato permite pues medir aceleraciones por un periodo de varias horas, incluso de varios días.

30 Ninguno de estos dispositivos permite obtener parámetros fisiológicos musculares básicos como la fuerza, la velocidad o la potencia de un grupo muscular. Estos están esencialmente destinados a los deportes de resistencia, por ejemplo el jogging, y no o mal adaptados al entrenamiento específico de la fuerza, de la potencia o de la velocidad de contracción de un músculo o de un grupo muscular. A falta de conocer la masa desplazada, numerosos dispositivos no permiten deducir la fuerza o la potencia del atleta. Incluso cuando esta masa es conocida, muchos dispositivos pretenden antes que todo calcular la distancia recorrida, la velocidad media o el gasto energético, pero  
35 no permiten determinar directamente la capacidad muscular de un grupo muscular del atleta, es decir la velocidad a la cual este grupo muscular puede desplazar una masa dada.

40 US5474083 describe un sistema destinado a supervisar los movimientos de levantamiento de carga por un paciente. El sistema emplea electrodos para medir la actividad de los músculos del paciente durante el movimiento, así como un detector de movimiento de la carga. Una alarma se activa en caso de movimiento inadecuado. Este sistema es útil para impedir los accidentes provocados por el levantamiento de cargas incorrecto, o para ejercitar a personas a levantar cargas sin lastimarse. Es sin embargo inadecuado para medir el desempeño muscular del deportista. Por otro lado, la utilización de electrodos hace su uso poco práctico.

45 US6148280 (Virtual Technologies) describe un dispositivo equipado de acelerómetros y de giroscopios colocados sobre todo el cuerpo de un atleta. Los datos proporcionados por varios sensores son transmitidos a una computadora personal que permite analizar la trayectoria y otras características del movimiento. Este sistema es complejo, debido a que pone en práctica varios sensores, incluidos goniómetros costosos, relativamente frágiles. La conexión de los sensores entre ellos y hacia la computadora externa encarece el dispositivo, y vuelve su instalación difícil. Está adaptado al entrenamiento de movimientos precisos, por ejemplo un swing de golf, pero no permite determinar directamente la capacidad muscular desarrollada por el deportista durante este movimiento.

DE446302 describe un acelerómetro utilizado en los deportes de combate para la medición de la aceleración de la superficie de golpe. El aparato no es portátil y conviene únicamente a los deportes de combate como box, karate, etc. Una computadora externa debe ser utilizada para valuar los resultados de la medición y mostrarlas. No es programable y sólo puede ser utilizado para un solo tipo de ejercicio.

- 5 WO2007036611 (Oulun Seudun Ammattikorkeakoulu) describe un brazalete equipado de un acelerómetro para medir la fuerza muscular durante levantamientos de peso.

La petición WO07107491 describe un acelerómetro portátil permitiendo valuar la capacidad muscular de un atleta o de un paciente con la ayuda de pruebas cortas. Estas pruebas permiten determinar la potencia máxima del atleta y seleccionar la carga óptima con la cual debe ejercitarse un atleta para maximizar la potencia desplegada durante el ejercicio.

Este dispositivo no provee sin embargo ninguna indicación al atleta en cuanto a la velocidad a la cual debe desplazar esta carga para obtener los resultados deseados. Por otro lado, las recomendaciones no dependen de los objetivos cualitativos del atleta, ni de los resultados que desea mejorar. Por ejemplo, este dispositivo no permite distinguir entre un atleta que desea mejorar su velocidad y otro atleta que desea mejorar su potencia. En fin, este dispositivo está destinado únicamente a pruebas cortas, con la ayuda de una serie de ejercicios impuesta por el dispositivo (por ejemplo 5 saltos, 5 levantamientos, etc.); un error se genera si el atleta realiza movimientos diferentes, o una cantidad diferente de movimientos de aquellos prescritos por la prueba. Este dispositivo es así pues inadecuado para la medición de parámetros fisiológicos durante el entrenamiento, por ejemplo, cuando el número de movimientos es variable.

- 20 Otros acelerómetros utilizados para la medición de parámetros musculares están también descritos en US2008090703, GB2422790 y en WO20005055815.

#### Breve resumen de la invención

Existe así pues una necesidad en el estado de la técnica de un proceso y de un dispositivo permitiendo mejorar la eficiencia y la calidad de los planes de entrenamiento de todo atleta en el medio deportivo.

- 25 También existe una necesidad de un nuevo acelerómetro destinado a la práctica deportiva y que permite medir la capacidad muscular de un músculo o de un grupo muscular dado.

También existe una necesidad de un acelerómetro y de un proceso permitiendo a un atleta determinar consignas de entrenamiento, es decir valores para la masa a desplazar, la velocidad de desplazamiento y/o el número de desplazamientos o de series de desplazamientos, con el fin de mejorar la capacidad muscular de un músculo o de un grupo muscular específico. Por capacidad muscular, entendemos en la presente petición la capacidad para desplazar una masa dada a una velocidad dada, un número de veces dado.

Existe igualmente una necesidad de un acelerómetro y de un proceso permitiendo controlar el seguimiento de estas consignas durante el entrenamiento, y permitiendo adaptar estas consignas a los progresos y a las mediciones durante el entrenamiento.

- 35 Según la invención, estas metas son alcanzadas especialmente por medio de un proceso de entrenamiento muscular de un atleta según la reivindicación independiente 1.

Según un aspecto, el proceso permite al atleta determinar la masa óptima a levantar para cada tipo de ejercicio, en función de los objetivos del atleta, así como la velocidad a la cual esta masa debe ser levantada. Durante el entrenamiento, el dispositivo de la invención permite verificar si la masa es efectivamente levantada a la buena velocidad, además de adaptar las consignas de masa y de velocidad para los entrenamientos futuros en función de valores de aceleración medidos.

#### Breve descripción de las figuras

Ejemplos de la puesta en práctica de la invención están señalados en la descripción ilustrada por las figuras anexadas en las cuales:

- 45 La figura 1 ilustra de manera esquemática diferentes fases de los movimientos de un atleta durante un levantamiento de carga de tipo "extensión-acostado".

La figura 2 ilustra de manera esquemática una posible evolución de la fuerza  $F$ , de la velocidad  $V$  y de la potencia  $P$  mostrada por un atleta que levanta diferentes cargas de masa  $m$  variable.

La figura 3 ilustra de manera esquemática el rango de velocidad alrededor de la velocidad de consigna fijada.

La figura 4 es un diagrama de flujo ilustrando diferentes etapas de un ejemplo de proceso.

La figura 5 es una vista por arriba de un ejemplo de acelerómetro portátil.

La figura 6 es un diagrama a bloque de un ejemplo de de acelerómetro portátil.

5 Ejemplo (s) del modo de realización de la invención

La figura 1 ilustra la evolución de diferentes medidas cinemáticas durante un movimiento de levantamiento de carga de tipo “extensión-acostado”. Este movimiento, muy utilizado en culturismo, consiste en levantar una carga 2 con los dos brazos, a partir de una posición de acostado boca arriba. La carga es levantada lo más alto posible combinando una aducción del hombro y una extensión del codo. La línea superior de la figura 1 ilustra cinco fases del movimiento. El ejercicio arranca en T1, en la posición inicial ilustrada en la primera imagen a la izquierda en la figura 1. La carga está en su punto ( $h(t)=0$ ) el más bajo, los codos del atleta 3 están doblados.

10

Durante la fase A, entre los instantes T1 y T2, el atleta 3 levanta la carga cuya velocidad  $v(t)$  y altura  $h(t)$  aumentan constantemente, como indicado en las gráficas correspondientes. La fuerza de empuje (proporcional a la aceleración  $a(t)$ ) mostrada durante esta fase es máxima y los brazos se extienden.

15 Durante la fase B, entre los instantes T2 y T3, el empuje continua, pero la velocidad de leva  $v(t)$  disminuye; la aceleración  $a(t)$  se vuelve inferior a 1G (gravitación terrestre), como lo vemos en la gráfica inferior en la figura 1. La altura de la carga es máxima en el punto T3.

20 El atleta 3 relaja en seguida su esfuerzo durante la fase C entre los instantes clave T3 y T4. La carga vuelve a bajar ligeramente, de manera que su velocidad se vuelve negativa. Esta etapa está seguida de una fase D de estabilización, entre los instantes T4 y T5, durante la cual el atleta mantiene sus brazos extendidos, pero tiende a bajar los hombros. La aceleración experimentada por la carga 2 durante esta fase tiende progresivamente a 1G.

25 La aceleración experimentada por la masa levantada puede ser medida con un acelerómetro atado a la masa en desplazamiento, por ejemplo un acelerómetro triaxial fijado a la masa 2 con una banda velcro, por ejemplo un acelerómetro montado en una carátula similar al descrito en la petición internacional WO07EPO52413. En una variante preferente, la aceleración es medida con la ayuda de un acelerómetro 30 montado en un reloj-brazalete llevado por el usuario, tal cual el ilustrado en la figura 5; la muñeca del atleta sigue en efecto al menos aproximadamente los desplazamientos de la masa levantada por el atleta, y está sometida sensiblemente a las mismas aceleraciones.

30 Además de extensión-acostado, el dispositivo y el proceso de la invención pueden igualmente ser utilizados con otros tipos de ejercicios para entrenar la capacidad muscular de otros grupos musculares, con la ayuda de una repetición de desplazamientos rápidos de una masa conocida. Por ejemplo, la invención se aplica a otros ejercicios de levantamientos de carga, de desplazamientos de carga en contra de una fuerza, de saltos, etc. Más generalmente, la invención se aplica a diferentes tipos de entrenamiento de la capacidad muscular a través de una serie de desplazamientos breves de una masa conocida, cada vez que la aceleración experimentada por esta masa puede ser medida con un acelerómetro portátil. El proceso puede implicar una selección por parte del usuario del tipo de ejercicio realizado, de manera a configurar el acelerómetro.

35 Un ejemplo de un acelerómetro 30 está ilustrado con la ayuda del diagrama a bloques de la figura 6. Este acelerómetro puede estar integrado en el reloj-brazalete de la figura 5 o en otra carátula portátil. Consta de preferencia de un sensor de aceleración 36, de preferencia un sensor triaxial permitiendo determinar por proyección la aceleración según la dirección del desplazamiento, por ejemplo la aceleración según la dirección vertical. Un acelerómetro triaxial particularmente ventajoso cuando el sensor está integrado en un brazalete, pudiéndose presentarse en diferentes posiciones según el movimiento. El sensor 36 puede también integrar un giroscopio, por ejemplo un giroscopio triaxial, aunque esto encarece el dispositivo y no sea requerido por la presente invención.

40 Los valores sucesivos de aceleración proporcionados por el acelerómetro 36 son transmitidos a un micro controlador 37 ejecutando un programa memorizado en una memoria 35. Los datos de aceleración, y/o de los valores derivados de estos datos, pueden también ser almacenados en esta memoria 35. El micro controlador 37 puede también restituir señales visuales y/o acústicas sobre medios de restitución 38, por ejemplo una pantalla de cristal líquido y/o un altavoz. También es posible transmitir estos datos a un sistema de tratamiento a distancia, por ejemplo vía una interfaz por cable de tipo USB por ejemplo, o sin cable de tipo Bluetooth o Zigbee por ejemplo. El acelerómetro 30 es preferentemente eléctricamente autónomo y portátil, por ejemplo en la muñeca.

45

El micro controlador 37 permite así adquirir una serie de valores de aceleración durante el entrenamiento, y además calcular durante el entrenamiento, y/o al término de este entrenamiento, otros valores derivados de esta aceleración. Los valores calculados por el micro controlador 37 a partir de la serie de datos de aceleración pueden incluir por ejemplo la velocidad de desplazamiento de la masa, su altura, la energía gastada por el atleta, su potencia, etc.

5 Refiriéndonos de nuevo a la figura 1, la velocidad calculada y/o almacenada puede corresponder por ejemplo a la velocidad máxima durante el desplazamiento, a la velocidad promedio, a la velocidad instantánea durante ciertos instantes clave, etc. En un modo de realización, el acelerómetro determina únicamente el tiempo entre dos instantes clave, por ejemplo el tiempo de vuelo durante un salto o la duración de las fases A y B de la figura 1 durante extensión-acostado. En este caso, la consigna de velocidad puede corresponder a un lapso de tiempo, el largo del desplazamiento siendo implícito o supuesto como constante.

10 Antes de empezar una sesión de entrenamiento de un grupo muscular, un atleta debe seleccionar la masa a desplazar además de la velocidad a la cual la quiere desplazar. También puede seleccionar el número de desplazamientos o de series de desplazamientos para alcanzar sus objetivos, o un periodo de entrenamiento, o más aún decidir interrumpir manualmente el entrenamiento durante el ejercicio. Según la invención, estas consignas tradicionalmente fijadas empíricamente o por un entrenador, son elegidas por el acelerómetro portátil reivindicado, que permite también ayudar al atleta a seguirlas. Preferentemente, estas consignas son elegidas en base a mediciones realizadas durante una prueba inicial con el acelerómetro, e indicando el tipo de entrenamiento escogido.

20 La figura 2 ilustra de manera esquemática una posible evolución de la fuerza  $F$ , de la velocidad  $V$  y de la potencia  $P$  mostrada por un atleta 3 que levanta diferentes cargas 2 de masa  $m$  variable. La fuerza gravitacional  $F = m \times g$  ejercida sobre la carga mostrada aumenta linealmente con la masa de la carga. En cambio, la velocidad de leva  $V$  disminuye con el aumento de la masa levantada; el atleta levanta más rápidamente masas ligeras.

25 La potencia  $P$  durante el esfuerzo pasa pues por un óptimo para un valor dado de la masa  $m$  levantada como señalado en la petición antes mencionada WO07107491. La relación  $P = f(m)$  propia de un atleta puede ser obtenida por ejemplo por cálculos de interpolación y/o de extrapolación a partir de una serie de mediciones 60 (perfil) realizadas haciendo que el atleta levante cargas variables. En la práctica, de 4 a 8 mediciones con cargas diferentes permiten determinar el perfil muscular de un atleta con una precisión suficiente.

30 Esta curva de potencia personalizada permite determinar la carga con la cual el atleta debe entrenarse para obtener diferentes tipos de resultados. Un aumento de potencia máxima puede obtenerse entrenándose con el valor de la masa correspondiente a  $P_{max}$ . Un atleta deseoso de mejorar su velocidad se entrenará preferentemente en el dominio de entrenamiento  $V$ , es decir con una masa ligera levantada con una potencia inferior a la potencia máxima. El dominio  $PV$  (Potencia y Velocidad) corresponde a masas más ligeras que la masa óptima y necesitando una potencia cercana a la potencia máxima.  $PF$  (Potencia Fuerza) necesita también una potencia importante cercana a la potencia máxima, pero con masas más pesadas. Una hipertrofia muscular para los seguidores del fisicoculturismo  
35 será obtenida levantando lentamente masas pesadas (gama de valores  $yp$ ). La gama  $F_{max}$  más allá de  $Hyp$ , corresponde a masas extremadamente pesadas levantadas muy lentamente, para el entrenamiento en fuerza pura.

40 Vemos así que el conocimiento del perfil muscular de un atleta permite determinar la masa a levantar, y la velocidad de desplazamiento de esta masa, con el fin de alcanzar los objetivos cualitativos del atleta. Conociendo estos objetivos cualitativos (es decir el tipo de entrenamiento que desea realizar, con la meta de mejorar su velocidad, su potencia o su fuerza, etc.), este perfil permite determinar consignas personalizadas de entrenamiento, es decir los valores de masa y de velocidad que permiten realizar un entrenamiento en el rango escogido ( $V$ ,  $PV$ ,  $PF$ ,  $Hyp$ ).

45 Con el fin de determinar su perfil muscular, y así escoger las consignas para la masa y la velocidad de desplazamiento, un atleta puede hacer una prueba, por ejemplo una serie de levantamientos o de saltos, preferentemente con cargas variables, y midiendo con un acelerómetro la velocidad de la masa durante este ejercicio. Una prueba como esta debe hacerse antes del entrenamiento, así como repetirla regularmente con el fin de medir el progreso logrado y adaptar el plan de entrenamiento en consecuencia. Numerosos usuarios juzgan sin embargo el tiempo y el esfuerzo exigido dedicado a la prueba (que se suman al tiempo y al esfuerzo del entrenamiento propiamente dicho). Por otro lado, aun una prueba semanal de perfil muscular no toma en cuenta las variaciones de la condición física de cada persona a lo largo de la semana.

50 Con el fin de evitar estos inconvenientes, en un modo de realización ventajoso de la invención, los valores de consigna están determinados y adaptados en función de la medición de los valores de aceleración realizados a lo largo del entrenamiento, en lugar de determinarlos a través de una sesión de prueba suplementaria. Estas consignas pueden ser determinadas ventajosamente con un acelerómetro 30 tal cual el mostrado en la figura 5, e integrado en un reloj-brazalete llevado por el atleta.

La figura 4 ilustra un ejemplo del proceso para determinar y controlar las consignas de entrenamiento muscular, es decir valores para la masa a levantar  $m_{\text{consigne}}$ , para la velocidad de desplazamiento aconsejada de esta masa  $V_{\text{consigne}}$  y/o para el número  $n_{\text{consigne}}$  de desplazamientos o de series de desplazamientos a realizar a lo largo del entrenamiento. Para ciertos ejercicios, por ejemplo saltos, la masa  $m$  puede ser fija y corresponder por ejemplo a la del atleta.

A lo largo de las etapas 21-23, el dispositivo 30 determina en primer lugar los valores de consigna iniciales para la velocidad de desplazamiento, para la masa que debe ser desplazada a esta velocidad, y eventualmente para el número de desplazamientos a realizar. En un modo de realización, estos valores iniciales son preseleccionados en el dispositivo, y por ejemplo idénticos para todos los usuarios, o dependientes solamente de parámetros generales introducidos por el usuario como su edad, su peso, su sexo, su nivel deportivo (principiante, avanzado, etc.) En otra variante, el usuario puede introducir en el acelerómetro valores de consigna iniciales que fueron por ejemplo determinados con otro acelerómetro, o sugeridos por un entrenador.

En un modo de realización preferente, estas consignas iniciales están determinadas por el acelerómetro 30 haciendo que el atleta realice una prueba de perfil muscular 21 incluyendo un número limitado de desplazamientos de masas variables. La velocidad de desplazamiento de estas diferentes masas es medida por el acelerómetro 30; el micro controlador 37 determina después por interpolación y extrapolación un perfil muscular completo del atleta, y/o determina en función de estos valores de aceleración medidos valores de consigna iniciales.

En una etapa 22, el atleta introduce en el acelerómetro 30 sus objetivos cualitativos, por ejemplo si desea ejercitar su velocidad, su potencia, su fuerza, etc. Esta elección puede por ejemplo realizarse seleccionando con la ayuda de elementos de mando del reloj un valor en una lista 31 de objetivos predefinidos. El acelerómetro 30 puede también sugerir una elección, por ejemplo una elección que depende de los resultados medidos a lo largo de la prueba 21 o a lo largo de entrenamientos precedentes. En una variante, la elección es introducida indicando el deporte al que el atleta desea dedicarse.

El acelerómetro 30 calcula enseguida a lo largo de la etapa 23 un valor de consigna  $V_{\text{consigne}}$  para la velocidad, y eventualmente un valor de consigna  $m_{\text{consigne}}$  para la masa así como una consigna  $n_{\text{consigne}}$  respetando el número de desplazamientos a realizar con el fin de lograr sus objetivos cualitativos, teniendo en cuenta el perfil muscular determinado a lo largo de la etapa 21 y/o entrenamientos precedentes.

En un modo de realización, estos valores de consigna son mostrados o restituidos por el acelerómetro, por ejemplo con la ayuda de una pantalla de cristal líquido (campos 32-34).

Cuando estos valores de consigna iniciales fueron determinados, el atleta se entrena durante la etapa 24 desplazando la masa de consigna  $m_{\text{consigne}}$  determinada, a la velocidad de consigna  $V_{\text{consigne}}$  prescrita, durante el tiempo prescrito, el número de veces prescrito, o hasta el final del entrenamiento. Típicamente, el número de desplazamientos a lo largo de una sesión de entrenamiento es mucho más importante que durante la prueba inicial 21. La prueba de perfil inicial consta por ejemplo de 4 a 8 movimientos, eventualmente con cargas diferentes, aunque una sesión de entrenamiento consta por ejemplo de 3 series de doce desplazamientos con una masa fija, o con una masa que cambia únicamente entre las diferentes series.

Durante este entrenamiento 24, el acelerómetro 30 mide la aceleración sufrida por la masa 2 en desplazamiento, y determina en tiempo real la velocidad de desplazamiento así como eventualmente otros valores dependientes de esta aceleración. El acelerómetro 30 puede así controlar el número de desplazamientos y de series de desplazamientos realizados, como lo veremos más adelante.

Cuando el atleta desplaza la masa 2 demasiado rápido o demasiado lento, es decir fuera de un rango  $p$  de velocidad de consigna (Figura 3), el acelerómetro detecta esta diferencia (etapa 25) además genera durante la etapa 26 una alarma para pedirle al atleta corregir esta velocidad. En un modo de realización preferente, diferentes señales de alarma se generan en forma de señales acústicas. Por ejemplo, una secuencia rápida y aguda de bip-bip-bip puede ser generada en caso de desplazamiento demasiado rápido, y BUUP--BUUP más graves y más lentos en caso de desplazamientos por debajo de  $V_1(\text{min}_1 \text{ consigne})$ . Sin embargo, el ejercicio y la medición de la aceleración no son interrumpidos en caso de un rebasamiento poco importante del rango de velocidad de consigna  $p$ . El acelerómetro 30 le permite así al atleta asegurarse de que está entrenándose a la velocidad de consigna recomendada en función de sus objetivos cualitativos.

5 En caso de rebasamiento importante de la velocidad, por ejemplo cuando el atleta no logra desplazar la masa de consigna por arriba de la velocidad  $V_{alarm}$  muy baja, una señal de alarma diferente, por ejemplo una señal de alarma estridente, puede generarse para pedirle al atleta interrumpir inmediatamente el entrenamiento. El acelerómetro 30 sirve así como un dispositivo de seguridad para impedir heridas si el atleta prácticamente ya no logra levantar las masas prescritas.

Otras señales pueden generarse con el acelerómetro a lo largo del entrenamiento, incluidas señales visuales mostradas en el dispositivo, y/o mensajes vocales generados por ejemplo por un sintetizador vocal.

10 Durante la etapa 27, el acelerómetro verifica si el entrenamiento está terminado. El proceso regresa a la etapa 24 mientras que el entrenamiento no está terminado. Si la prueba está terminada, por ejemplo cuando el atleta realizó el número de desplazamientos de consigna  $n_{consigne}$  previsto en función de sus objetivos cualitativos, o durante los otros casos de interrupción de la prueba, el acelerómetro genera de preferencia otra señal acústica. Sirve así también de contador de desplazamientos y permite por ejemplo al atleta, durante el entrenamiento, saber inmediatamente que el número de desplazamientos  $n_{consigne}$  prescrito ha sido realizado. También es posible controlar el ritmo del atleta durante el entrenamiento, y generar una señal al principio de cada desplazamiento, o en caso de pausa sobrepasando un tiempo predeterminado.

15

En un modo de realización preferente, el acelerómetro continúa registrando mediciones aun si el atleta persigue su esfuerzo más allá del número de desplazamientos  $n_{consigne}$  prescritos. El final del registro ocurre en este caso cuando el usuario selecciona una tecla para este efecto, o si el acelerómetro detecta un periodo largo de inmovilidad o un desplazamiento que no corresponde al ejercicio esperado (por ejemplo si el atleta se pone de pie).

20 El acelerómetro pasa entonces a la etapa 28 durante la cual los resultados tomados de las mediciones durante la prueba, o de los valores calculados a partir de estos valores, son de preferencia mostrados. El acelerómetro puede por ejemplo mostrar el número de desplazamientos realizados, la energía consumida, la potencia máxima mostrada, etc. El acelerómetro regresa después a la etapa 23 durante la cual nuevos valores de consigna para la velocidad, y eventualmente para la masa y/o el número de desplazamientos, son calculados en función de la serie de valores de aceleración durante el entrenamiento. Estos nuevos valores de consigna son preferentemente mostrados o de otro modo restituidos al usuario, y serán utilizados para los próximos entrenamientos.

25

El acelerómetro permite así realizar un seguimiento constante del progreso realizado por el atleta, y adaptar al término de cada entrenamiento (incluso mientras este entrenamiento) los valores de consigna en función de las mediciones de aceleración medidas y de la velocidad calculada a partir de esta aceleración. Por ejemplo, si el micro controlador 37 observa que el usuario presenta dificultad para desplazar la masa de consigna a la velocidad de consigna prescrita, puede reducir la velocidad de consigna y/o la masa de consigna y/o el número de desplazamientos requeridos. Inversamente, si el usuario tiende a desplazar esta masa más rápidamente que la velocidad de consigna óptima, el acelerómetro podrá recomendar un entrenamiento con masas más pesadas, desplazamientos más rápidos, y/o series más importantes.

30

35 Una adaptación de los valores de consigna puede ser efectuada aun si el usuario desplaza constantemente la masa de consigna en el rango de velocidad  $p$  entre  $V_1(\max_{consigne})$  y  $V_1(\min_{consigne})$ . Por ejemplo, una velocidad de desplazamiento constante por arriba de la velocidad de consigna, aunque siempre en el rango de  $p$ , no genera alarma alguna a lo largo del entrenamiento, pero puede sin embargo provocar una modificación de los valores de consigna para los entrenamientos futuros.

40 La adaptación de los valores de consigna puede también depender de la evolución del seguimiento de las consignas a lo largo de una sesión de entrenamiento. Por ejemplo, el micro procesador 37 puede detectar situaciones en las cuales el atleta logra sin dificultad desplazar las masas requeridas a la velocidad de consigna al principio del entrenamiento, pero se cansa rápidamente y se muestra incapaz de aplicar esta velocidad durante los últimos desplazamientos. También es posible reaccionar a lo largo de las pausas tomadas por el atleta entre dos desplazamientos sucesivos de la masa 2, independientemente de la velocidad a la cual esta masa es desplazada.

45

Aunque el atleta se entrene con una masa de consigna  $m_{consigne}$ , los valores de aceleración medidos durante el entrenamiento pueden influir las consignas de velocidad y/o el número de desplazamientos aplicados a entrenamientos posteriores con otra masa. Es en efecto probable que un atleta que ha mejorado significativamente sus resultados, en la zona de entrenamiento PV (potencia-velocidad) de la figura 2 constatará igualmente un progreso si entrena en la zona PF (potencia-fuerza) o en la zona F (Fuerza). Las mediciones de velocidad realizadas con una masa dada tienen entonces una influencia en todo el perfil muscular del atleta, aun para otros valores de masa.

50

5 Los valores de consigna pueden también depender del progreso realizado por el atleta a lo largo de varias sesiones consecutivas. Por ejemplo, el microprocesador puede tomar en cuenta los progresos rápidos efectuados por un atleta al principio de un plan de entrenamiento, y después detectar un tope de resultados, por el cansancio del atleta, durante los entrenamientos sucesivos. En este caso, el acelerómetro 30 puede por ejemplo proponer entrenamientos diferentes o sesiones de recuperación con el fin de tomar en cuenta esta estancación. Con este fin, el acelerómetro 30 puede almacenar los valores de consigna sucesivamente propuestos durante los diferentes entrenamientos, en relación con una fecha y una hora de entrenamiento (frecuencia de entrenamiento), así como los resultados (por ejemplo la velocidad promedio, mediana, mínima, y/o máxima) obtenidos durante cada entrenamiento con sus valores de consigna.

10 El acelerómetro 30 puede también proponer y controlar los seguimientos de los planes de entrenamiento incluyendo varias sesiones espaciadas por varias horas o varios días. Por ejemplo, en función de los objetivos cualitativos y/o cuantitativos del atleta, el acelerómetro puede proponer varios entrenamientos por semana, con masas, velocidad y/o número de desplazamientos diferentes según las sesiones. Este plan se adapta cuando el atleta no lo sigue, por ejemplo si falta a una sesión, si no realiza las sesiones en los días previstos, o no logra desplazar las masas  
15 previstas a las velocidades fijadas, o inversamente si los progresos del atleta son más rápidos que lo previsto. En este caso, el acelerómetro puede proponer suprimir, añadir o desplazar las sesiones de entrenamiento previstas en un plan de entrenamiento.

20 El control de la velocidad de desplazamiento de la masa a lo largo de todo el entrenamiento permite prever nuevos planes de entrenamiento difíciles de poner en práctica sin este control. Por ejemplo, planes de entrenamiento incluyendo desplazamientos de masa variables (por ejemplo crecientes) a velocidad constante pueden ser propuestos y controlados con este acelerómetro.

25 El acelerómetro de la invención permite así planear entrenamientos fijando la velocidad como consigna de entrenamiento – en lugar de la potencia como lo hacemos durante los entrenamientos convencionales. Los puntos A y B en la gráfica de la figura 2 corresponden a desplazamientos de potencia igual – la velocidad de desplazamiento, así como la masa, varían sin embargo de manera importante entre estos dos puntos, así como los efectos de este entrenamiento en el atleta. En este caso, la selección entre un entrenamiento con los valores de consigna correspondientes a los puntos A o B depende únicamente de los objetivos cualitativos del atleta.

30 Como indicado más arriba, la selección de los valores de consigna depende además del tipo de ejercicio realizado por el atleta. El acelerómetro le permite de preferencia al usuario escoger un tipo de ejercicio entre una lista de ejercicios disponibles, o de definir su propio ejercicio. Las recomendaciones y el cálculo de los valores de consigna dependen entonces del tipo de ejercicio seleccionado o introducido.

**REIVINDICACIONES**

1. Proceso que permite a un atleta (3) que realiza un entrenamiento muscular determinar una consigna para la velocidad de desplazamiento de una masa (2), incluyendo las etapas siguientes:
- 1) Determinación de al menos una velocidad de consigna inicial a la cual dicha masa debe ser desplazada,
  - 5 2) Introducción por el atleta (3) en un acelerómetro portátil (30) de un objetivo cualitativo (V, PV, PF, Hyp, F) para el entrenamiento,
  - 3) Durante el entrenamiento del atleta, medición de una serie de valores de aceleración (a(n)) con la ayuda de dicho acelerómetro portátil (30) siguiendo los desplazamientos de dicha masa;
  - 10 4) En función de dicha serie de valores de aceleración, cálculo por dicho acelerómetro portátil de al menos una velocidad de consigna modificada, con al menos un valor de consigna calculado por dicho acelerómetro dependiente del antedicho objetivo cualitativo.
2. El proceso de la reivindicación 1, en el cual el dicho acelerómetro permite determinar una consigna para la masa a desplazar en función de mediciones de aceleración realizadas durante el entrenamiento.
3. El proceso de alguna de las reivindicaciones 1 o 2, en el cual dicho acelerómetro permite determinar una consigna para el número de desplazamientos y/o de series de desplazamientos de la masa a desplazar durante un entrenamiento, en función de mediciones de aceleración realizadas durante el entrenamiento.
- 15 4. El proceso de alguna de las reivindicaciones 1 a 3, en el cual dicho acelerómetro permite determinar un plan de entrenamiento definiendo consignas relativas a varias sesiones de entrenamiento distintas, en función de mediciones de aceleración realizadas durante el entrenamiento.
- 20 5. El proceso de alguna de las reivindicaciones 1 a 4, en el cual el acelerómetro portátil restituye al atleta una señal durante el entrenamiento para informarlo de que la velocidad de desplazamiento de dicha masa está fuera de un rango de velocidad (p) alrededor de la velocidad de consigna.
6. El proceso de la reivindicación 5, en el cual el acelerómetro genera una primera señal acústica cuando la velocidad de desplazamiento de dicha masa es inferior al mínimo de dicho rango de velocidad, y una segunda señal acústica cuando la velocidad de desplazamiento de dicha masa es superior al máximo de dicho rango de velocidad.
- 25 7. El proceso de alguna de las reivindicaciones 5 a 6, en el cual la medición de valores de aceleración es persistida aun si la velocidad de desplazamiento de dicha masa está fuera de dicho rango (p) de velocidad.
8. El proceso de alguna de las reivindicaciones 1 a 7, en el cual dicho objetivo cualitativo es introducido seleccionando un objetivo entre una lista de objetivos (31).
- 30 9. El proceso de alguna de las reivindicaciones 1 a 8, en el cual el atleta introduce dicho objetivo cualitativo seleccionado entre una lista incluyendo al menos uno de los elementos siguientes:
- a) velocidad
  - b) potencia-velocidad
  - c) potencia-fuerza
  - 35 d) hipertrofia
  - e) fuerza.
10. El proceso de alguna de las reivindicaciones 8 a 9, en el cual la selección de dicho objetivo modifica a la vez la consigna de velocidad y una consigna para la masa a desplazar.
11. El proceso de alguna de las reivindicaciones 1 a 10, en el cual dicha velocidad de consigna modificada se calcula al término de dicho entrenamiento, y se almacena en dicho acelerómetro portátil.
- 40 12. El proceso de alguna de las reivindicaciones 1 a 11, en el cual dicho acelerómetro portátil (30) está integrado en un reloj brazaletes.

13. Acelerómetro portátil (30) incluyendo:

Una memoria (35) para almacenar al menos una velocidad de consigna a la cual una masa debe ser desplazada durante un entrenamiento,

Un sensor de aceleración (36) para medir una serie de valores de aceleración durante el entrenamiento,

5 Un micro controlador (37) que ejecuta un programa informático con el fin de calcular al menos una velocidad de consigna modificada dependiente de dicha serie de valores de aceleración,

Un indicador (38) para mostrar una lista de selección (31) que permite al usuario seleccionar un objetivo cualitativo para el entrenamiento entre varios objetivos predefinidos,

10 dicha velocidad de consigna calculada por dicho programa informático que depende del objetivo cualitativo seleccionado.

14. El acelerómetro de la reivindicación 13, dispuesto para la puesta en práctica del proceso de alguna de las reivindicaciones 1 a 12.

15. El acelerómetro de alguna de las reivindicaciones 13 o 14, integrado en un reloj-brazalete.

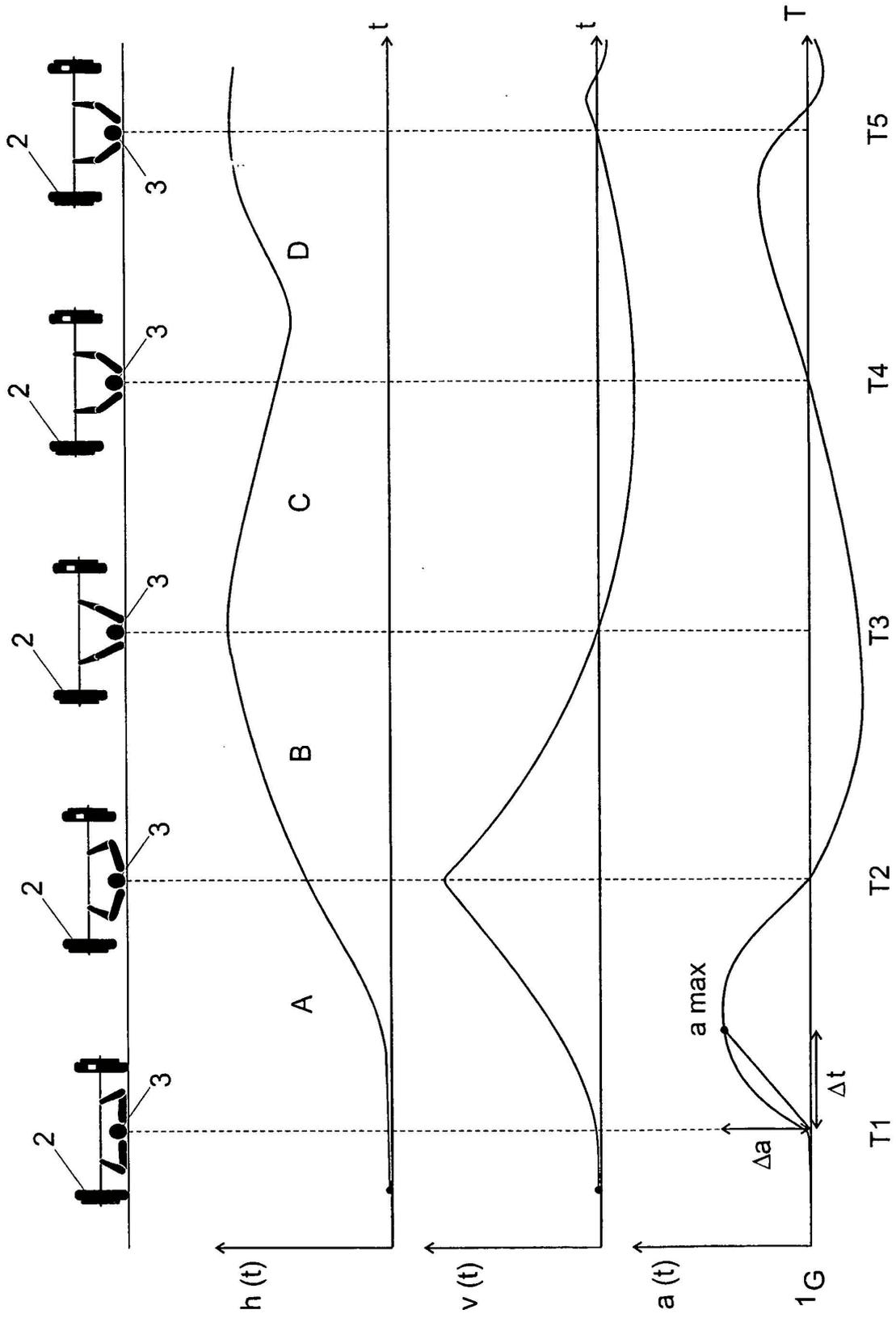


Fig. 1

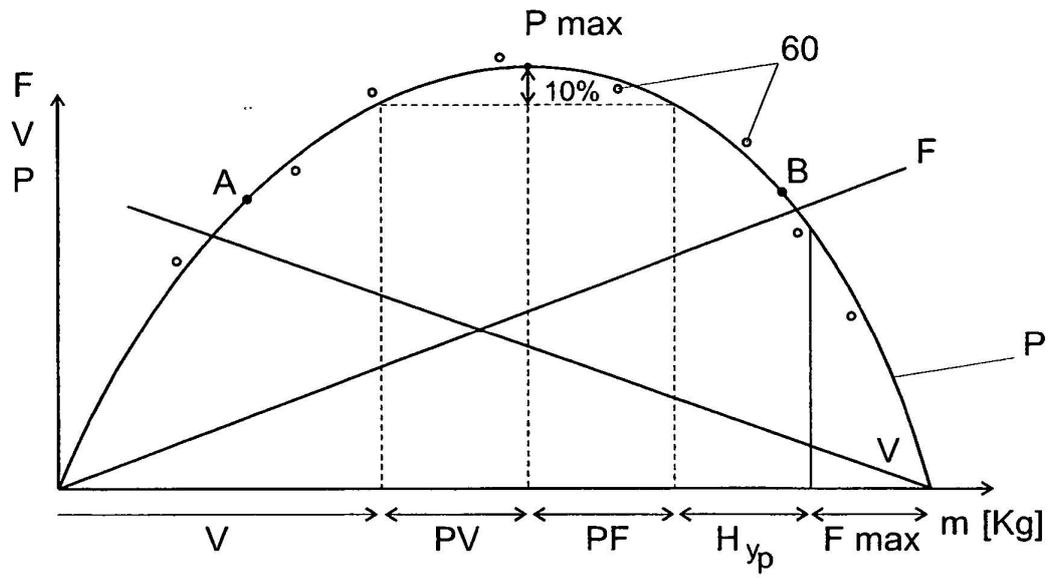


Fig. 2

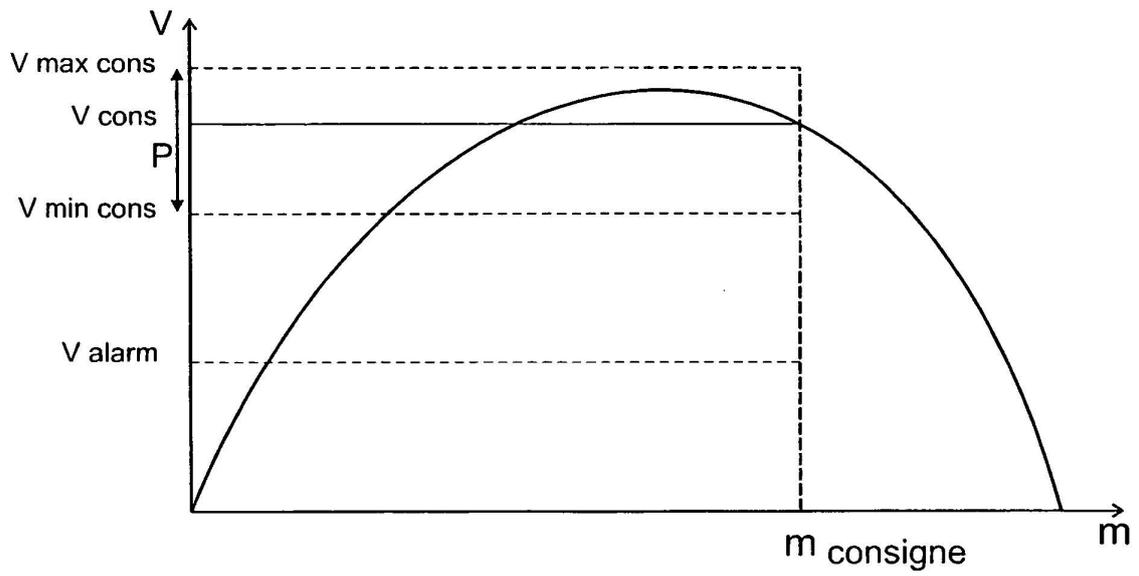


Fig. 3

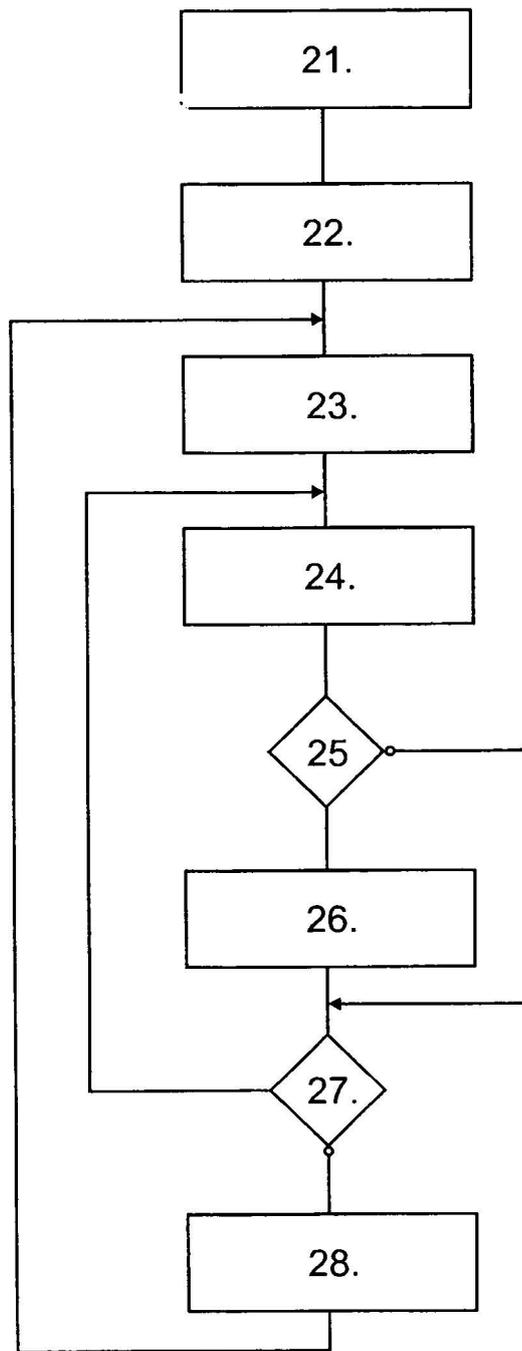


Fig. 4

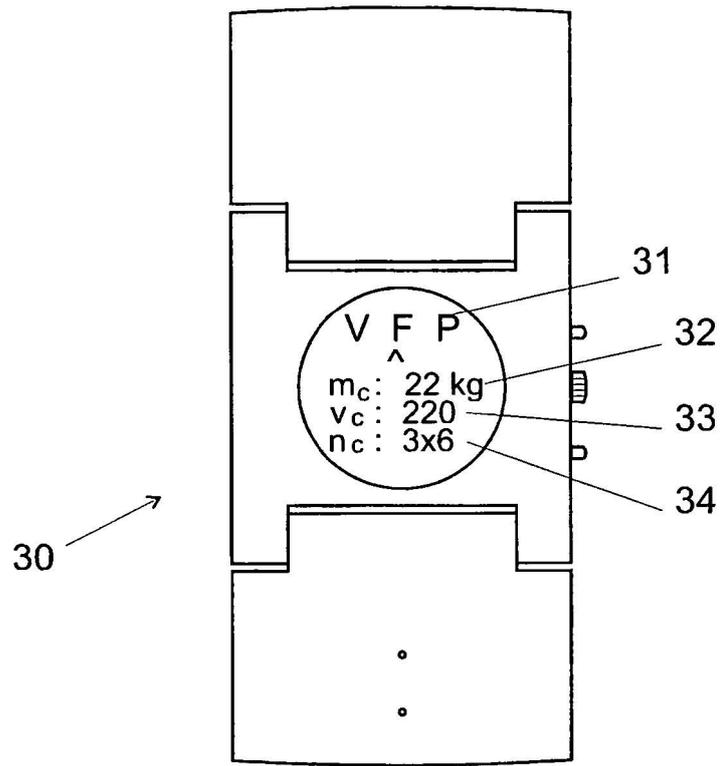


Fig. 5

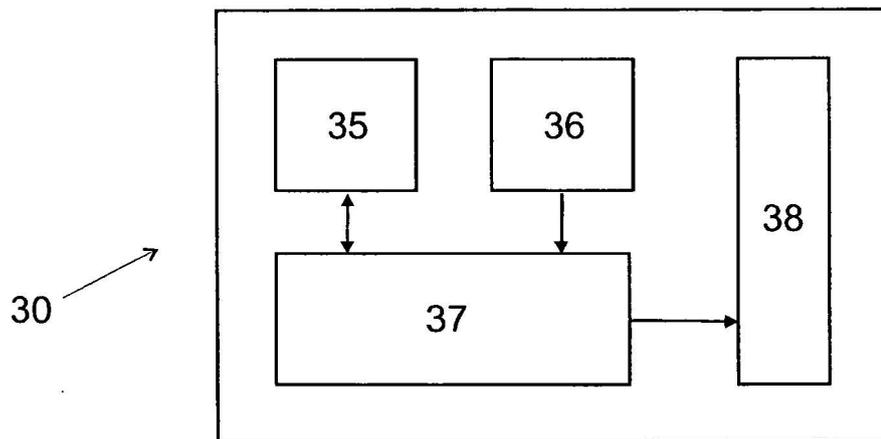


Fig. 6