

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 445 183**

51 Int. Cl.:

**A61B 5/02** (2006.01)

**A61N 1/08** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.04.2007 E 07251596 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.11.2013 EP 1849407**

54 Título: **Aparato de datos de ejercicio**

30 Prioridad:

**28.04.2006 US 413110**

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

**28.02.2014**

73 Titular/es:

**IDT TECHNOLOGY LIMITED (100.0%)  
9TH FLOOR, BLOCK C, PHASE 1 KAISER  
ESTATE, 41 MAN YUE STREET, HUNGHOM  
KOWLOON, HONG KONG SAR, CN**

72 Inventor/es:

**CHAN, RAYMOND**

74 Agente/Representante:

**RIZZO, Sergio**

**ES 2 445 183 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**

Aparato de datos de ejercicio

**[0001]** La presente invención hace referencia a un aparato de datos de ejercicio para medir la frecuencia cardíaca y/o velocidad, etc. de un usuario durante el ejercicio.

5 ANTECEDENTES DE LA INVENCION

**[0002]** La gente que realiza ejercicio, especialmente *footing* o sale a correr, normalmente quieren realizar un seguimiento de la velocidad y la distancia recorrida así como información sobre su frecuencia cardíaca.

10 **[0003]** Para la información sobre la velocidad/distancia, se puede usar un sensor basado en un GPS pero su rendimiento entre edificios o en un bosque a veces puede verse limitado. Otra opción sería usar un sensor de aceleración, pero normalmente es necesario que el usuario que va a correr varios cientos de metros realice un ajuste antes de usarlo y muchos usuarios consideran esto un inconveniente y, de hecho, muchos sensores basados en la aceleración no son capaces de detectar la velocidad caminando. En este sentido, el uso de un podómetro sigue siendo una solución de bajo coste y adecuada, especialmente para *amateurs*.

15 **[0004]** Los dispositivos de control de la frecuencia cardíaca se utilizan para medir la información de la frecuencia cardíaca, especialmente del tipo de los que se fijan en el pecho que cada vez son más populares. Dichos dispositivos de control de la frecuencia cardíaca son dispositivos electrónicos más delicados que los podómetros en general y se usan normalmente en posiciones diferentes en el cuerpo de una persona. La publicación de patente nº US/2002 109600 describe un dispositivo de control de actividad personal que puede incluir un detector de la frecuencia de impulsos. La patente estadounidense nº 4566461 describe un monitor de frecuencia cardíaca para su uso a la hora de controlar el entrenamiento del ejercicio aeróbico.

20 **[0005]** La invención busca proporcionar un aparato de datos de ejercicio nuevo o al menos mejorado que sea relativamente barato y de un uso más práctico.

RESUMEN DE LA INVENCION

25 **[0006]** De acuerdo con la invención, se proporciona un aparato de datos de ejercicio para su uso en el cuerpo de un usuario durante el ejercicio, que comprende:

- un detector de electrocardiograma para detectar los datos del electrocardiograma de dicho usuario durante el ejercicio;
- medio de fijación para fijar el detector de electrocardiograma en el pecho de dicho usuario;
- 30 un detector de movimiento para detectar los datos del movimiento del cuerpo que indican los pasos de dicho usuario durante el ejercicio;
- un procesador para calcular los datos del ejercicio basándose en los datos del electrocardiograma detectados por el detector de electrocardiograma y los datos del movimiento del cuerpo detectados por el detector de movimiento, datos del ejercicio que comprenden una distancia de dicho usuario;
- y
- 35 un dispositivo de salida para informar a dicho usuario de los datos del ejercicio calculados.

**[0007]** Preferiblemente, el detector de movimiento comprende un podómetro.

**[0008]** Más preferiblemente, el podómetro se asocia físicamente al detector de electrocardiograma para su fijación en el pecho de dicho usuario mediante un medio de fijación.

40 **[0009]** Más preferiblemente, el podómetro es uno de un sensor de tipo pendular y un sensor de tipo piezoeléctrico.

**[0010]** Preferiblemente, el detector de movimiento comprende un acelerómetro.

**[0011]** Más preferiblemente, el acelerómetro se fija en la muñeca.

**[0012]** Más preferiblemente, el acelerómetro es uno de un sensor del tipo con circuito integrado y un sensor de tipo piezoeléctrico.

45 **[0013]** En una primera forma de realización, el aparato de datos de ejercicio comprende una unidad de sensor, una unidad de datos independiente de la unidad de sensor y un enlace de señalización entre la unidad de sensor y la unidad de datos, donde;

la unidad de sensor comprende el detector de electrocardiograma, el medio de fijación y el detector de movimiento; y

la unidad de datos comprende el procesador, el dispositivo de salida y el medio de fijación individual para su fijación en la muñeca de dicho usuario.

5 **[0014]** Más preferiblemente, el detector de movimiento comprende un podómetro.

**[0015]** Más preferiblemente, el dispositivo de salida comprende una pantalla para visualizar los datos del ejercicio calculados.

**[0016]** Más preferiblemente, el enlace de señalización comprende:

10 un transmisor inalámbrico en la unidad de sensor para transmitir una señal inalámbrica que indica los datos del electrocardiograma detectados por el detector de electrocardiograma y los datos del movimiento del cuerpo detectados por el detector de movimiento y  
un receptor inalámbrico en la unidad de datos para recibir la señal inalámbrica, sobre la cual el procesador calculará los datos del ejercicio

15 **[0017]** En una segunda forma de realización, el aparato de datos de ejercicio comprende una unidad de sensor, una unidad de datos independiente de la unidad de sensor y un enlace de señalización entre la unidad de sensor y la unidad de datos, donde:

la unidad de sensor comprende el detector de electrocardiograma y el medio de fijación; y  
la unidad de datos comprende el procesador, el detector de movimiento, el dispositivo de salida y el medio de fijación individual para su fijación en la muñeca de dicho usuario.

20 **[0018]** Más preferiblemente, el detector de movimiento comprende un acelerómetro.

**[0019]** Más preferiblemente, el dispositivo de salida comprende una pantalla para visualizar los datos del ejercicio calculados.

**[0020]** Más preferiblemente, el enlace de señalización comprende:

25 un transmisor inalámbrico en la unidad de sensor para transmitir una señal inalámbrica indicativa de los datos del electrocardiograma detectados por el detector de electrocardiograma y  
un receptor inalámbrico en la unidad de datos para recibir la señal inalámbrica, sobre la cual el procesador calculará los datos del ejercicio junto con los datos del movimiento del cuerpo detectados por el detector de movimiento.

30 **[0021]** En una tercera forma de realización preferida, el aparato de datos de ejercicio comprende una unidad de sensor, una unidad de datos independiente de la unidad de sensor y un enlace de señalización entre la unidad de sensor y la unidad de datos, donde:

35 la unidad de sensor comprende el detector de electrocardiograma, el medio de fijación, el procesador y el detector de movimiento; y  
la unidad de datos comprende el dispositivo de salida y el medio de fijación individual para su fijación en la oreja de dicho usuario.

**[0022]** Más preferiblemente, el detector de movimiento comprende un acelerómetro.

**[0023]** Más preferiblemente, el dispositivo de salida comprende un dispositivo de audio para anunciar los datos del ejercicio calculados.

40 **[0024]** Más preferiblemente, el enlace de señalización comprende una conexión por cable para transmitir los datos del ejercicio calculados mediante el procesador al dispositivo de salida.

**[0025]** El aparato de datos de ejercicio incluye un medio de entrada para introducir la altura corporal y el sexo de dicho usuario, donde el procesador se programa para calcular la zancada variable calculada basándose en la altura corporal y el sexo introducido y la frecuencia cardíaca detectada por el detector de movimiento.

45 **[0026]** Se prefiere además que el medio de entrada permita también la introducción del nivel de forma física de dicho usuario y el procesador esté programado para calcular el consumo de calorías basándose en la velocidad calculada, la frecuencia cardíaca detectada por el detector de electrocardiograma y el nivel de forma física introducido.

[0027] De forma ventajosa, el medio de fijación comprende un cinturón.

[0028] Se prefiere que el procesador se programe para determinar una zancada variable de dicho usuario para el cálculo de la distancia, determinándose la zancada variable basándose en el género, la altura corporal y el ritmo de dicho usuario.

5 [0029] La zancada variable se determina según la fórmula:

$$\text{Zancada} = a * (F - b)^2 + c * H * G$$

donde:

F es el ritmo

G es el coeficiente de género: 0,7 para mujer / 0,8 para hombre

10 H es la altura corporal

a, b y c son parámetros cuyos valores dependen de F como se muestra a continuación:

[a, b, c] = [0, 0, 0,5]	(F < 1,5 Hz)
[a, b, c] = [0,3, 1,5, 0,5]	(1,5 Hz < =F<2,0 Hz)
[a, b, c] = [0,8, 1,9, 0,55]	(2,0 Hz < =F<2,5 Hz)
[a, b, c] = [-0,5, 2,9, 1,15]	(2,5 Hz < =F<3,3 Hz)
[a, b, c] = [0, 0, 0,97]	(F > =3,3 Hz)

[0030] Se prefiere que el procesador se programe para calcular el consumo de calorías basándose en el peso, el nivel de forma física y la frecuencia cardíaca de dicho usuario.

[0031] Se prefiere además que el consumo de calorías se calcule según la fórmula:

### Consumo de calorías

15

$$=T1 * \text{Peso} * (\text{FC instantáneo} / \text{FC máximo}) - AF$$

donde FC es la frecuencia cardíaca y TI y AF son el Índice de Entrenamiento y el Factor de Actividad (por sus siglas en inglés) respectivamente que dependen del porcentaje de VO<sub>2</sub> (% VO<sub>2</sub> máx.) siendo este VO<sub>2</sub> instantáneo dividido por el VO<sub>2</sub> máx., donde el VO<sub>2</sub> instantáneo depende de la velocidad.

[0032] Se prefiere aún más que el VO<sub>2</sub> instantáneo se determine según una de las siguientes fórmulas:

20

$$\text{Paseo: } VO_2 = 0,1 * \text{velocidad} + 3,5$$

$$\text{Carrera: } VO_2 = 0,2 * \text{velocidad} + 3,5$$

### BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

[0033] A continuación se describirá más concretamente la invención, a modo de ejemplo únicamente, en referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

25

La figura 1 es un diagrama esquemático que muestra a una usuaria usando una primera forma de realización del aparato de datos de acuerdo con la invención, que comprende una unidad de sensor en el pecho y una unidad de datos en la muñeca;

La figura 2 es una vista frontal fragmentada de una unidad de sensor de la figura 1, que muestra algunos de los componentes internos;

30

La figura 3 es un diagrama de bloque funcional del circuito de funcionamiento de la unidad de sensor de la figura 2;

La figura 4 es una vista frontal fragmentada de la unidad de datos de la figura 1, que muestra algunos de los componentes internos;

35

La figura 5 es un diagrama de bloque funcional del circuito de funcionamiento de la unidad de datos de la figura 4;

La figura 6 es un gráfico que muestra las curvas de zancada típicas como función del ritmo para usuarias de diferentes alturas corporales;

La figura 7 es un diagrama esquemático que muestra a un usuario usando una segunda forma de realización del aparato de datos de ejercicio de acuerdo con la invención;

5 La figura 8 es una vista frontal fragmentada del aparato de la figura 7, que muestra algunos de los componentes internos y

La figura 9 es un diagrama de bloque funcional del circuito de funcionamiento del aparato de la figura 7.

#### DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LAS FORMAS DE REALIZACIÓN PREFERIDAS

10 **[0034]** Haciendo referencia en primer lugar a las figuras de la 1 a 5 de los dibujos, se muestra un primer aparato de datos de ejercicio que representa la invención, el cual comprende dos unidades independientes, es decir, una unidad de sensor 100 y una unidad de datos 200 que están comunicadas una con la otra mediante un enlace de señalización inalámbrico para su funcionamiento, tal como un enlace de señalización RF (radiofrecuencia). De forma alternativa, puede utilizarse un enlace/conexión por cable desde la unidad de sensor 100 a la unidad de datos 200.

15 **[0035]** La unidad de sensor 100 aparece como un cinturón en el pecho, que presenta una funda 110 y un cinturón en el pecho (o cinta) 120 para fijar toda la unidad 100 de forma horizontal en el pecho de un usuario, es decir, una usuaria como se representa. Albergado en la funda 110 se encuentra un podómetro 130 para detectar los datos del movimiento del cuerpo que indican los pasos del usuario durante el ejercicio, un circuito de detección de electrocardiograma (ECG) 140 para detectar los datos del ECG del usuario durante el ejercicio y un transmisor RF 150 para transmitir una señal RF inalámbrica que lleva o indica ambos datos. Dichos módulos 20 130, 140 y 150 están asociados físicamente y se activan mediante una fuente de alimentación CC común en la funda 110, que normalmente se proporciona mediante una batería o pilas que pueden reemplazarse o recargarse.

25 **[0036]** La unidad de sensor 100 tiene un circuito de funcionamiento electrónico 190 ubicado en la funda 110, que se acciona mediante una batería 197 e incluye un sensor de ECG 191 que comprende un par de electrodos 121 en la parte trasera en los extremos opuestos del cinturón 120 para soportarlo contra el pecho del usuario con el fin de detectar su latido. Como parte del circuito de funcionamiento 190, conectados en serie desde la salida de los electrodos ECG 121, se encuentra un amplificador 192, un disparador Schmitt 193, un MCU (unidad de control con microprocesador) 194, un modulador RF 195 con una resonancia de 5,3 kHz y una antena 196. El 30 modulador 195 y la antena 196 son componentes clave del transmisor 150.

35 **[0037]** El sensor de ECG 191/los electrodos 121, el amplificador 192 y el disparador Schmitt 193 constituyen de forma conjunta el detector de ECG 140. El latido detectado es una señal de ECG, que se amplificará con el amplificador 192 y, a continuación, se convertirá con el disparador Schmitt 193 en un tren de impulsos para el posterior procesamiento por el MCU 194. Comparado con disparadores generales, el disparador Schmitt 193 ofrece la ventaja de un mejor control sobre falsas señales del disparador que pueden provocarse por ruidos.

40 **[0038]** El podómetro 130 es un sensor de tipo pendular, formado por un imán permanente 131 soportado por el extremo libre de un soporte orientable y elástico 132 próximo a un interruptor de láminas vertical 133. Cuando la usuaria mueve su cuerpo arriba y abajo al caminar o correr, el imán 131 se balancea en direcciones opuestas más allá del interruptor de láminas 133, que, por lo tanto, se abre y se cierra para detectar e indicar los pasos o el ritmo (movimiento del cuerpo) del usuario. El interruptor de láminas 133 se conecta a una entrada del MCU 194, independiente de este para el disparador Schmitt 193.

**[0039]** Como alternativa, en su lugar puede utilizarse un podómetro de un sensor de tipo piezoeléctrico, que tiene un tamaño más compacto y normalmente es más duradero y fiable.

45 **[0040]** El MCU 194 se programa para, entre otros, calcular la frecuencia cardíaca (en latidos por minuto) basándose en el ritmo de los latidos detectados por los electrodos ECG 121 regulados por el disparador Schmitt 193 y, a continuación, transformar la frecuencia cardíaca calculada en paquetes de datos codificados. El MCU 194 también contará los pasos del usuario detectados por el podómetro 130 contra reloj y determinar, a continuación, el ritmo y una zancada variable (definida a continuación) para calcular la distancia recorrida por el usuario y la velocidad.

50 **[0041]** Además de los diferentes datos calculados mencionados anteriormente, el MCU 194 insertará un código de identificación del dispositivo que identifica la unidad de datos 200 así como los bits de paridad para la corrección de errores, siendo todo codificado como un paquete de datos cifrado. El paquete de datos cifrado se genera al transmisor 150 para la transmisión como señal RF inalámbrica con una resonancia de 5,3 kHz bajo el

control del MCU 194, para su recepción por la unidad de datos 200.

5 [0042] La unidad de datos 200 tiene forma de reloj de pulsera el cual tiene una caja de reloj 210 ajustada con cintas para fijar todo el dispositivo a la muñeca del usuario. La unidad de datos 200 incluye una pantalla LCD 220 para procesar varios datos incluyendo los datos del ejercicio y un número de botones 230 para el control de funcionamiento y la entrada de datos incluyendo la introducción de los datos personales del usuario, tal como la altura corporal, el sexo y el nivel de forma física. Dichos datos pueden introducirse de forma alternativa usando un ordenador o una PDA mediante comunicación por cable o inalámbrica.

10 [0043] Albergado en el caja de reloj 210 se encuentra un circuito de funcionamiento electrónico 290 que se construye basándose en un MCU 291 e incluye un receptor RF 292 conectado al mismo para recibir la señal RF, es decir, el paquete de datos codificados, desde la unidad de sensor 100. La pantalla 220 y los botones 230 también están conectados al MCU 291 para su funcionamiento

15 [0044] El MCU 291 se programa, entre otros, para demodular y procesar el paquete de datos codificados con el fin de extraer los datos codificados en este, es decir, la frecuencia cardíaca, la velocidad y la distancia y, a continuación, visualizar la misma en la pantalla LCD 220. El MCU 291 también realizará el cálculo para determinar otros datos del ejercicio y, en concreto, el consumo de calorías o las calorías quemadas por el usuario en el ejercicio y visualizar el resultado. El ritmo y el tiempo transcurrido también pueden visualizarse.

[0045] El circuito de funcionamiento 290 con el MCU 291 también proporciona las típicas funciones del reloj de hora/fecha incluyendo las funciones de alarma y cronómetro.

20 [0046] Para la detección de la frecuencia cardíaca (FC), se prefiere un cinturón para el pecho 100 basado en el ECG porque es eficaz para usuarios ya sea en tiempo de reposo o durante ejercicio ligero o pesado.

[0047] La frecuencia cardíaca máxima que la gente de edades diferentes puede conseguir en general puede determinarse usando la simple fórmula:

$$\text{Frecuencia cardíaca máxima} = 220 - \text{Edad}$$

25 [0048] La FC instantánea representada como porcentaje de la frecuencia cardíaca máxima (es decir, % FC) proporciona una indicación razonable de la intensidad del ejercicio:

$$\% FC = FC \text{ instantánea} / FC \text{ máxima}$$

[0049] Con respecto a la velocidad y distancia, la velocidad se calcula dividiendo la distancia por el tiempo:

$$\text{Velocidad} = \text{Distancia} / \text{Tiempo}$$

[0050] La distancia se determina por los pasos o el ritmo multiplicados por la zancada:

30 
$$\text{Distancia} = \text{Pasos} \times \text{Zancada}$$

[0051] En esta fórmula, los pasos se cuentan usando el podómetro 130 que se incorpora en el cinturón del pecho 100. La sensibilidad del podómetro 130 se calibra a un nivel óptimo para que el conteo de pasos tanto para el tipo de marcha y carrera del movimiento del cuerpo puedan optimizarse.

35 [0052] Tradicionalmente, se elige un valor fijo para la zancada y se registra para una persona específica principalmente de acuerdo con su altura corporal. Esto normalmente es insatisfactorio para la precisión.

[0053] La zancada usada en la fórmula anterior para la distancia es una zancada variable (ST por sus siglas en inglés) que se calcula para cada paso dependiendo del sexo/género y la altura corporal de la persona que se registra utilizando los botones 230 y el ritmo predominante:

$$\text{Zancada} = f(\text{ritmo}, \text{género}, \text{altura corporal})$$

40 [0054] El ritmo se determina con el MCU 194 para cada paso, de forma instantánea en la práctica, y preferiblemente haciendo la media sobre un determinado periodo de tiempo o número de pasos inmediatamente anterior.

[0055] La fórmula detallada para la zancada es:

$$ST = a*(F - b)^2 + c * H * G$$

## ES 2 445 183 T3

donde a, b y c son parámetros cuyos valores dependen de F como se muestra a continuación:

[a, b, c] = [0, 0, 0,5]	(F < 1,5 Hz)
[a, b, c] = [0,3, 1,5, 0,5]	(1,5 Hz < =F<2,0 Hz)
[a, b, c] = [0,8, 1,9, 0,55]	(2,0 Hz < =F<2,5 Hz)
[a, b, c] = [-0,5, 2,9, 1,15]	(2,5 Hz < =F<3,3 Hz)
[a, b, c] = [0, 0, 0,97]	(F > =3,3 Hz)

donde:

F es el ritmo en pasos por segundo  
 G es el coeficiente de género: 0,7 para mujer / 0,8 para hombre  
 H es la altura corporal en metros

5

**[0056]** La fórmula de la zancada se deriva del análisis y el estudio estadístico de volumen. En la figura 6 se representa un gráfico que muestra las curvas de zancada instantáneas como función del ritmo para usuarias con diferentes alturas corporales.

10

**[0057]** El procesador 291 se programa para calcular la velocidad y la distancia basándose en los pasos detectados por el podómetro 130 y en la zancada variable determinada como se describía anteriormente basándose en la altura corporal y el sexo introducido por el usuario y en el ritmo detectado por el podómetro 130.

**[0058]** El procesador 291 también se programa para calcular el consumo de calorías durante el ejercicio basándose en la velocidad calculada como se ha descrito anteriormente, la frecuencia cardíaca detectada por el detector de ECG 140 y el nivel de forma física introducido por el usuario.

15

**[0059]** El consumo de calorías se calcula a partir de la frecuencia cardíaca (FC) y la velocidad, etc., según la siguiente ecuación:

$$\text{Consumo de calorías por h} = TI * \text{Peso} * \% FC - AF$$

20

**[0060]** El índice de entrenamiento (TI por sus siglas en inglés) y el factor de actividad (AF por sus siglas en inglés) son parámetros convencionales para el ejercicio y dependen del porcentaje de VO<sub>2</sub> (% VO<sub>2</sub> máx.) como se muestra a continuación:

%VO <sub>2</sub> máx.	TI	AF
50%-60%	6	400
60%-70%	8	580
70%-80%	12	1000
80%-90%	18	1720
90%-100%	22	2260

**[0061]** El porcentaje de VO<sub>2</sub> (% VO<sub>2</sub> máx.) es la ratio del VO<sub>2</sub> instantáneo dividido por el VO<sub>2</sub> máx.:

$$\% VO_2 \text{ máx.} = VO_2 / VO_2 \text{ máx.}$$

25

**[0062]** El VO<sub>2</sub> máx. se define como el índice máximo de consumo de oxígeno, expresado normalmente en litros por minuto (l/min) o milímetros por peso corporal en kg por minuto (ml/kg/min). Como el consumo de oxígeno está relacionado linealmente con el gasto de energía, el VO<sub>2</sub> máx. es una medida de la capacidad de una persona para generar la energía necesaria para las actividades de resistencia. Es uno de los factores más importantes que determinan la capacidad para hacer ejercicio durante más de cuatro o cinco minutos o el propio nivel de forma física. El VO<sub>2</sub> máx. puede calcularse como se muestra a continuación:

$$\text{Hombre: } VO_2 \text{ máx.} = 67,195 + 6,7235 (ACT-S) - 0,381 (edad) - 0,754 (IMC)$$

30

$$\text{Mujer: } VO_2 \text{ máx.} = 56,363 + 6,7235 (ACT-S) - 0,381 (edad) - 0,754 (IMC)$$

donde ACT-S es la puntuación de actividad (0, 1, 2) introducida por el usuario mediante los botones 230.

**IMC = peso (kg) / cuadrado de la altura (m)**

[0063] El VO<sub>2</sub> instantáneo representa la intensidad de un tipo específico de ejercicio y se calcula como se muestra a continuación:

$$\text{Paseo: VO}_2 = 0,1 * \text{velocidad} + 3,5$$

5

$$\text{Carrera: VO}_2 = 0,2 * \text{velocidad} + 3,5$$

(velocidad en millas por hora)

[0064] El podómetro 130 cuenta los pasos y se coloca mejor en el tronco del usuario (p. ej., pecho) debido al simple movimiento arriba y abajo mientras que el usuario está corriendo o haciendo *footing*. Para una detección más sofisticada, se puede usar en su lugar un acelerómetro 130A, como se representa en la línea con puntos en la figura 4, que se instala en la unidad de datos 200 fijada en la muñeca. El acelerómetro 130A es un sensor de aceleración del tipo con circuito integrado (CI) o del tipo piezoeléctrico, siendo este último tipo uno de los sensores más usados en el campo de la instrumentación por choque o vibración.

10

[0065] Para el presente objetivo, el acelerómetro 130A se utiliza para detectar el movimiento de oscilación -giros en la dirección- del brazo relevante del usuario durante el ejercicio de *footing* para poder dar una indicación de los pasos del usuario, es decir, para contar sus pasos de forma indirecta.

15

[0066] Ya que la unidad de sensor 100 ya no incorpora el detector de movimiento 130A, su MCU 194 no es la responsable de calcular la velocidad y la distancia recorrida por el usuario y su transmisor 150 solo transmitirá, principalmente, los datos del ECG detectados por el detector de ECG 140 a la unidad de datos 200. En la unidad de datos 200, el MCU 291 contará en su lugar los pasos del usuario detectados por el acelerómetro 130A a contra reloj y determinará el ritmo y la zancada variable con el fin de calcular la distancia recorrida y la velocidad del usuario. El MCU 291 también calculará el consumo de calorías del usuario basándose en los datos del ECG recibidos y los datos relacionados con los pasos determinados *in situ*.

20

[0067] Las figuras 7 y 9 muestran un segundo aparato de datos de ejercicio que representa la invención usados por un usuario, que tiene una construcción básica similar y funciona de forma similar al primer aparato de datos de ejercicio (con podómetro) descrito anteriormente, con partes equivalentes indicadas con los mismos números de referencia con la letra "B" como sufijo. Las principales diferencias recaen en la unidad de sensor 100B que se desarrolla para llevar a cabo las funciones de detección y procesamiento de datos y la unidad de datos 200B que se reduce a un dispositivo de audio, es decir, unos auriculares 200B conectados a la unidad de sensor 100B mediante un enlace/conexión por cable 150B.

25

[0068] El cinturón del pecho 120B fija toda la unidad de sensor 100B al usuario para la detección de datos del ECG usando los electrodos del cinturón 121B. Los botones 230B y la pantalla LCD 220B en la funda 110B de la unidad de sensor 100B permite la entrada manual del sexo/género, altura corporal y el nivel de forma física del usuario. Los auriculares 200B presentan un medio de fijación individual para su fijación en las orejas del usuario.

30

[0069] Como parte del circuito de funcionamiento 190B en la funda de la unidad de sensor 110B, el detector de ECG 140B/121B detecta los datos del ECG del usuario (es decir, latidos) y el podómetro 130B cuenta sus pasos. Además, el MCU 194B se programa para calcular la frecuencia cardíaca basándose en el ritmo de los latidos detectados por los electrodos ECG 121B regulados por el amplificador 192B y el disparador Schmitt 193B, con el fin de contar los pasos del usuario detectados por el podómetro 130B contra reloj y determinar el ritmo y la zancada variable (usando el sexo y la altura introducidos) y, a continuación, calcular la velocidad y la distancia recorrida del usuario. El MCU 194B puede también calcular las calorías quemadas por el usuario basándose en la velocidad calculada, la frecuencia cardíaca detectada y el nivel de forma física introducida.

35

40

[0070] El circuito de funcionamiento 190B incluye un CI de voz 195B conectado a la salida del MCU 194B para convertir los datos del ejercicio calculados, es decir, la frecuencia cardíaca, velocidad/distancia y consumo de calorías, en forma de discurso y, posteriormente, transmitir lo mismo por el cable 150B a los auriculares 200B para anunciárselo al usuario. Con el fin de permitir la conexión de los auriculares 200B mediante una clavija, la unidad de sensor 100B incluye un módulo con conector jack 150B.

45

[0071] La presente invención proporciona un aparato de datos de ejercicio de bajo coste para medir la frecuencia cardíaca, la velocidad y distancia de una persona mientras camina, corre o hace *footing* y para calcular la energía o consumo de calorías a partir tanto de la frecuencia cardíaca como de la velocidad.

50

[0072] La invención se ha proporcionado a modo de ejemplo únicamente y los expertos en la técnica pueden realizar distintas modificaciones y/o cambios de las formas de realización descritas sin alejarse del alcance de la invención como se especifica en las reivindicaciones adjuntas.



**Reivindicaciones**

1. Aparato de datos de ejercicio (100) para usarse en el cuerpo de un usuario durante el ejercicio, que comprende:

5 un detector de electrocardiograma (140) para detectar los datos del electrocardiograma de dicho usuario durante el ejercicio;  
 medio de fijación (120) para fijar el detector de electrocardiograma en el pecho de dicho usuario;  
 un detector de movimiento (130) para detectar los datos del movimiento del cuerpo que indican los pasos de dicho usuario durante el ejercicio;  
 10 un procesador (194) para calcular los datos del ejercicio basándose en los datos del electrocardiograma detectados por el detector de electrocardiograma y los datos del movimiento del cuerpo detectados por el detector de movimiento, datos del ejercicio que comprenden una distancia de dicho usuario;  
 un dispositivo de salida (220) para informar a dicho usuario de los datos del ejercicio calculados;  
 medio de entrada (230) para introducir la altura corporal y el sexo de dicho usuario;  
 15 **caracterizado porque** el procesador se programa con el fin de determinar una zancada variable de dicho usuario para el cálculo de la distancia, distancia que se calcula multiplicando la zancada variable por los pasos del usuario durante el ejercicio, zancada variable que se determina según el sexo, la altura corporal y el ritmo de dicho usuario de acuerdo con la fórmula:

$$\text{Zancada} = a * (F - b)^2 + c * H * G$$

donde:

20 F es el ritmo en pasos por segundo  
 G es el coeficiente de género: 0,7 para mujer / 0,8 para hombre  
 H es la altura corporal en metros  
 a, b y c son parámetros cuyos valores dependen de F como se muestra a continuación:

[a, b, c] = [0, 0, 0,5]	(F < 1,5 Hz)
[a, b, c] = [0,3, 1,5, 0,5]	(1,5 Hz < =F<2,0 Hz)
[a, b, c] = [0,8, 1,9, 0,55]	(2,0 Hz < =F<2,5 Hz)
[a, b, c] = [-0,5, 2,9, 1,15]	(2,5 Hz < =F<3,3 Hz)
[a, b, c] = [0, 0, 0,97]	(F > =3,3 Hz)

- 25 2. Aparato de datos de ejercicio de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** el detector de movimiento comprende un podómetro.
3. Aparato de datos de ejercicio de acuerdo con la reivindicación 2, **caracterizado porque** el podómetro está asociado físicamente al detector de electrocardiograma para su fijación al pecho de dicho usuario mediante el medio de fijación.
- 30 4. Aparato de datos de ejercicio de acuerdo con la reivindicación 2 o la reivindicación 3, **caracterizado porque** el podómetro es uno de un sensor de tipo pendular y un sensor de tipo piezoeléctrico.
5. Aparato de datos de ejercicio de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** el detector de movimiento comprende un acelerómetro.
6. Aparato de datos de ejercicio de acuerdo con la reivindicación 5, **caracterizado porque** el acelerómetro se fija en la muñeca.
- 35 7. Aparato de datos de ejercicio de acuerdo con la reivindicación 5 o la reivindicación 6, **caracterizado porque** el acelerómetro es uno de un sensor del tipo con circuito integrado y un sensor de tipo piezoeléctrico.
- 40 8. Aparato de datos de ejercicio de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones de la 1 a la 7, que comprende una unidad de sensor, una unidad de datos independiente de la unidad de sensor y un enlace de señalización entre la unidad de sensor y la unidad de datos, caracterizado porque la unidad de sensor comprende el detector de electrocardiograma, el medio de fijación y el detector de movimiento y la unidad de datos comprende el procesador, el dispositivo de salida y el medio de fijación individual para su fijación en la muñeca de dicho usuario.
9. Aparato de datos de ejercicio de acuerdo con la reivindicación 8, **caracterizado porque** el detector de

movimiento comprende un podómetro.

10. Aparato de datos de ejercicio de acuerdo con la reivindicación 8, **caracterizado porque** el dispositivo de salida comprende una pantalla para visualizar los datos del ejercicio calculados.
- 5 11. Aparato de datos de ejercicio de acuerdo con la reivindicación 8, **caracterizado porque** el enlace de señalización comprende:
- un transmisor inalámbrico en la unidad de sensor para transmitir una señal inalámbrica que indica los datos del electrocardiograma detectados por el detector de electrocardiograma y los datos del movimiento del cuerpo detectados por el detector de movimiento; y un receptor inalámbrico en la unidad de datos para recibir la señal inalámbrica, sobre la cual el procesador calculará los datos del ejercicio.
- 10 12. Aparato de datos de ejercicio de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones de la 1 a la 7, que comprende una unidad de sensor, una unidad de datos independiente de la unidad de sensor y un enlace de señalización entre la unidad de sensor y la unidad de datos, **caracterizado porque**:
- la unidad de sensor comprende el detector de electrocardiograma y el medio de fijación; y  
 15 la unidad de datos comprende el procesador, el detector de movimiento, el dispositivo de salida y el medio de fijación individual para su fijación en la muñeca de dicho usuario.
13. Aparato de datos de ejercicio de acuerdo con la reivindicación 12, **caracterizado porque** el detector de movimiento comprende un acelerómetro.
14. Aparato de datos de ejercicio de acuerdo con la reivindicación 12, **caracterizado porque** el detector de salida comprende una pantalla para visualizar los datos del ejercicio calculados.
- 20 15. Aparato de datos de ejercicio de acuerdo con la reivindicación 12, **caracterizado porque** el enlace de señalización comprende:
- un transmisor inalámbrico en la unidad de sensor para transmitir una señal inalámbrica que indica los datos del electrocardiograma detectados por el detector de electrocardiograma y  
 25 un receptor inalámbrico en la unidad de datos para recibir la señal inalámbrica, sobre la cual el procesador calculará los datos del ejercicio junto con los datos del movimiento del cuerpo detectados por el detector de movimiento.
16. Aparato de datos de ejercicio de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones de la 1 a la 7, que comprende una unidad de sensor, una unidad de datos independiente de la unidad de sensor y un enlace de señalización entre la unidad de sensor y la unidad de datos, **caracterizado porque**:
- 30 la unidad de sensor comprende el detector de electrocardiograma, el medio de fijación, el procesador y el detector de movimiento; y  
 la unidad de datos comprende el dispositivo de salida y el medio de fijación individual para su fijación en la oreja de dicho usuario.
- 35 17. Aparato de datos de ejercicio de acuerdo con la reivindicación 16, **caracterizado porque** el detector de movimiento comprende un podómetro.
18. Aparato de datos de ejercicio de acuerdo con la reivindicación 16, **caracterizado porque** el dispositivo de salida comprende un dispositivo de audio para anunciar los datos del ejercicio calculados.
19. Aparato de datos de ejercicio de acuerdo con la reivindicación 16, **caracterizado porque** el enlace de señalización comprende una conexión por cable para transmitir los datos del ejercicio calculados por el  
 40 procesador al dispositivo de salida.
20. Aparato de datos de ejercicio de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones de la 1 a la 7, **caracterizado porque** el procesador se programa para calcular la velocidad y la distancia basándose en los pasos detectados por el podómetro y la zancada variable calculada basándose en la altura corporal y el sexo introducidos y el ritmo detectado por el detector de movimiento.
- 45 21. Aparato de datos de ejercicio de acuerdo con la reivindicación 20, **caracterizado porque** el medio de entrada también permite introducir el nivel de forma física de dicho usuario y el procesador está programado para calcular el consumo de calorías basándose en la velocidad calculada, la frecuencia cardíaca detectada

por el detector de electrocardiograma y el nivel de forma física introducido.

22. Aparato de datos de ejercicio de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones de la 1 a la 7, **caracterizado porque** el medio de fijación comprende un cinturón.
- 5 23. Aparato de datos de ejercicio de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones de la 1 a la 7, **caracterizado porque** el procesador se programa para calcular el consumo de calorías basándose en el peso, el nivel de forma física y la frecuencia cardíaca de dicho usuario.
24. Aparato de datos de ejercicio de acuerdo con la reivindicación 24, **caracterizado porque** el consumo de calorías se calcula según la fórmula:

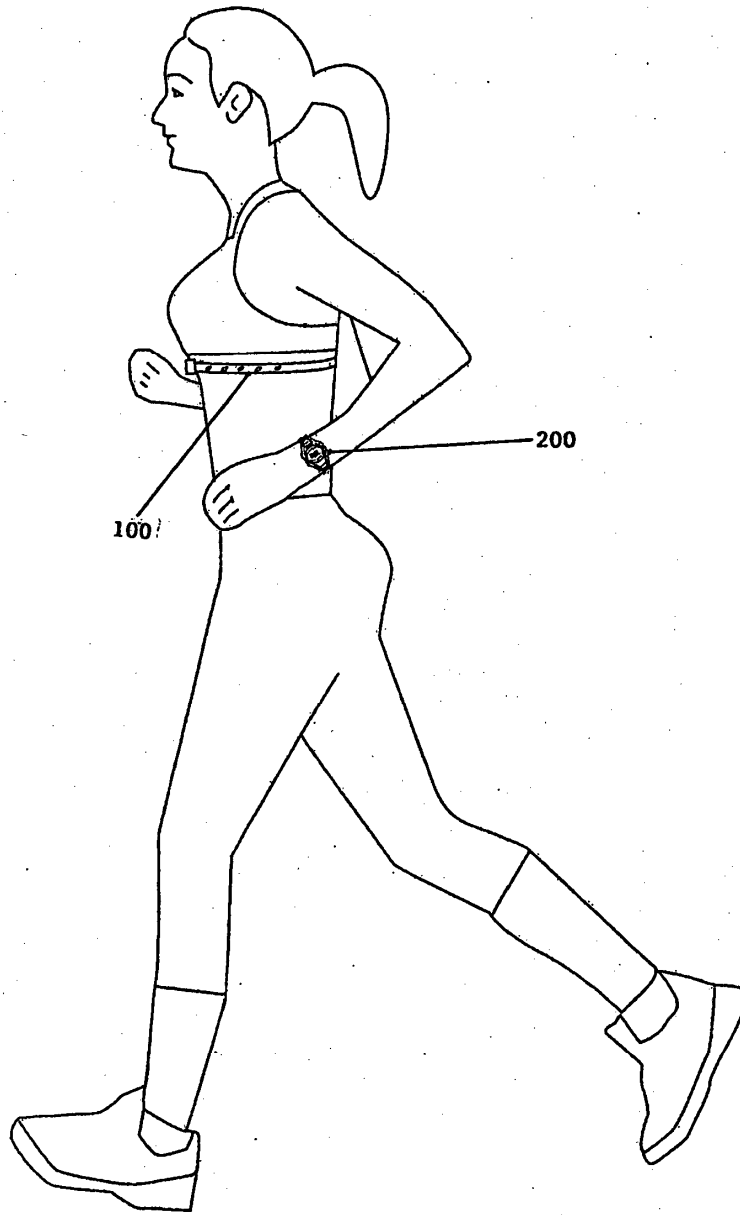
**Consumo de calorías**

$$= TI * \text{Peso en kg} * (FC \text{ instantánea} / FC \text{ máxima}) - AF$$

10 donde FC es la frecuencia cardíaca y TI y AF son el Índice de Entrenamiento y el Factor de Actividad (por sus siglas en inglés) respectivamente que dependen del porcentaje de  $VO_2$  (%  $VO_2$  máx.) siendo este  $VO_2$  instantáneo dividido por  $VO_2$  máx., donde  $VO_2$  instantáneo depende de la velocidad.

25. Aparato de datos de ejercicio de acuerdo con la reivindicación 23, **caracterizado porque** el  $VO_2$  instantáneo se determina según una de las siguientes fórmulas:

15 *Paseo:  $VO_2 = 0,1 * \text{velocidad en millas por hora} + 3,5$*   
*Carrera:  $VO_2 = 0,2 * \text{velocidad en millas por hora} + 3,5$*



**FIG. 1**

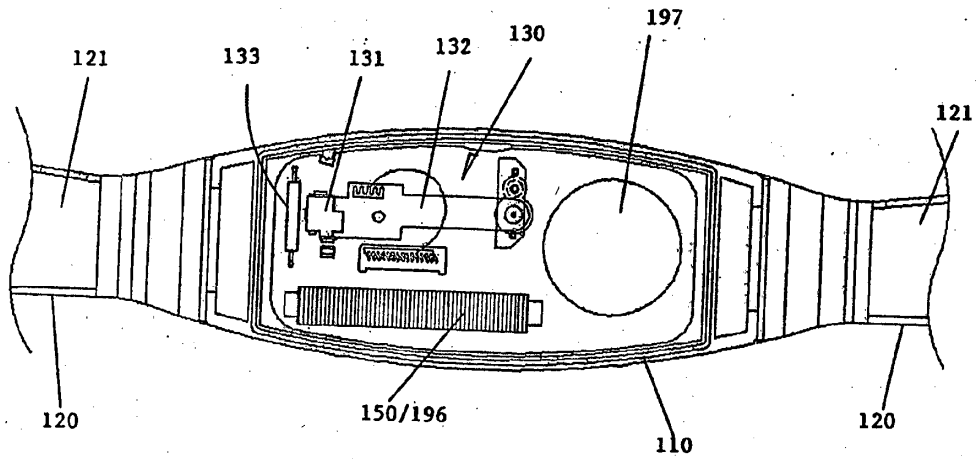


FIG. 2

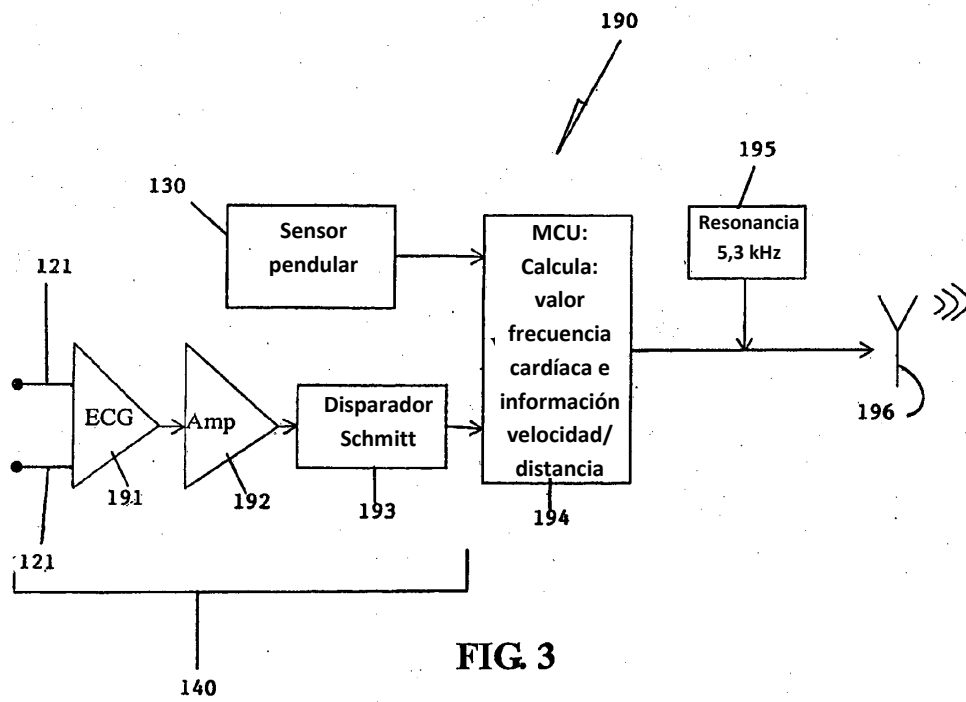
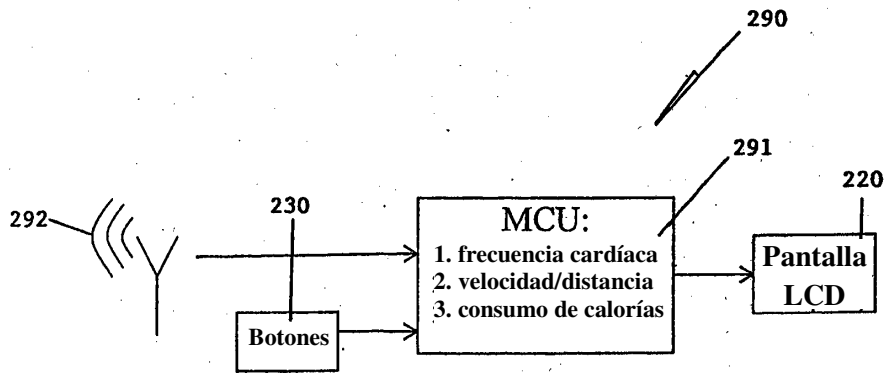
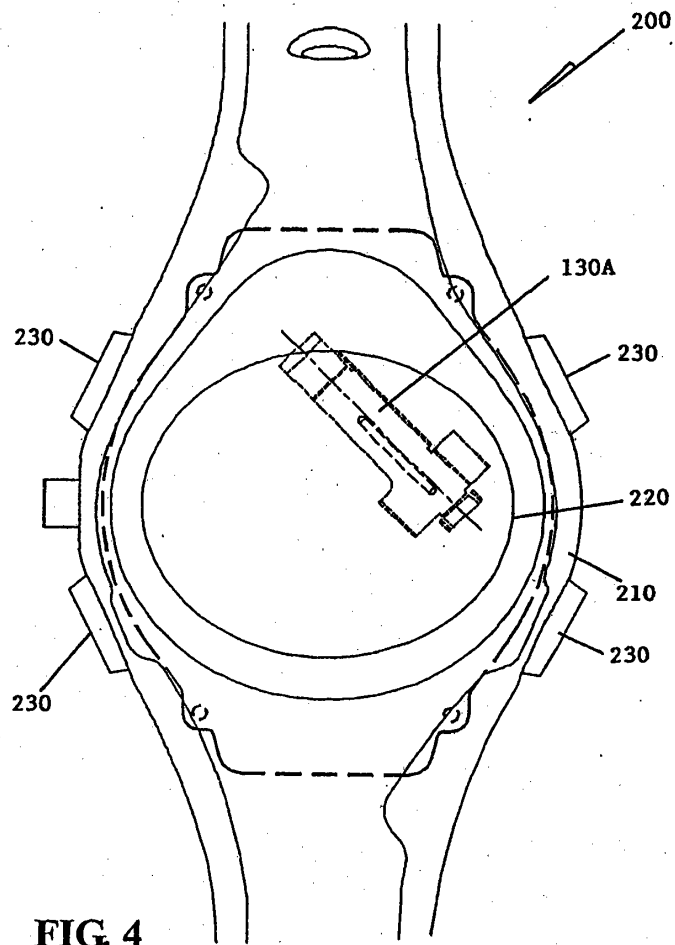


FIG. 3



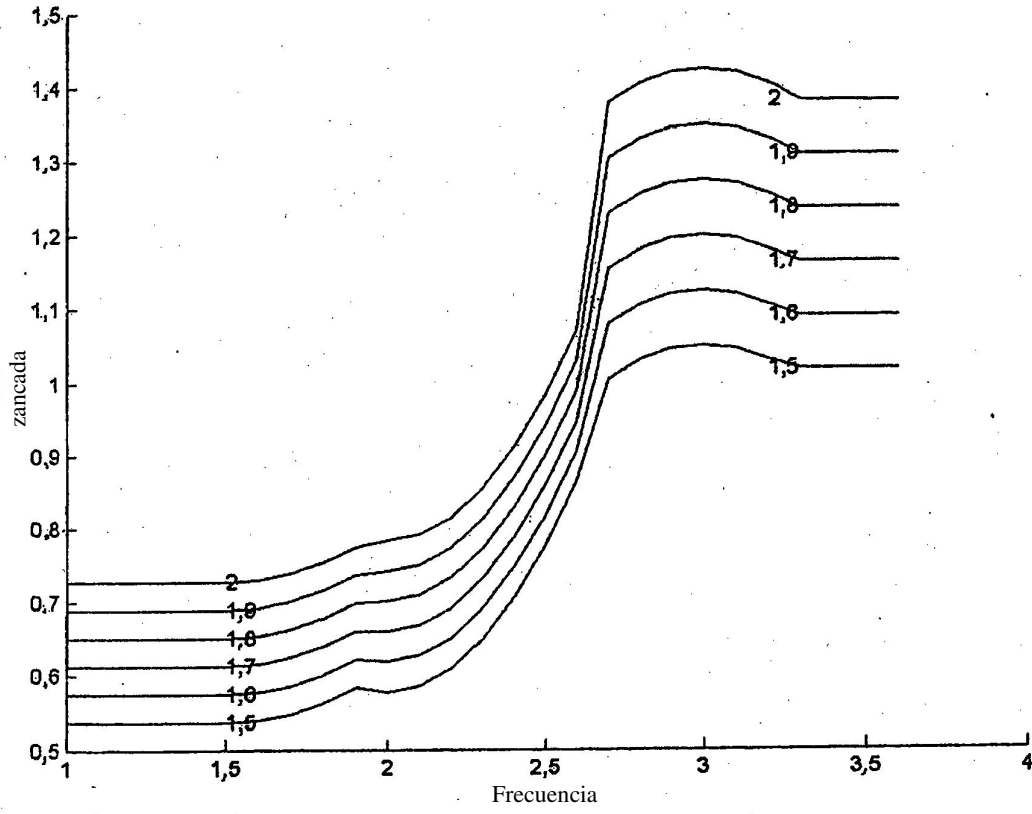
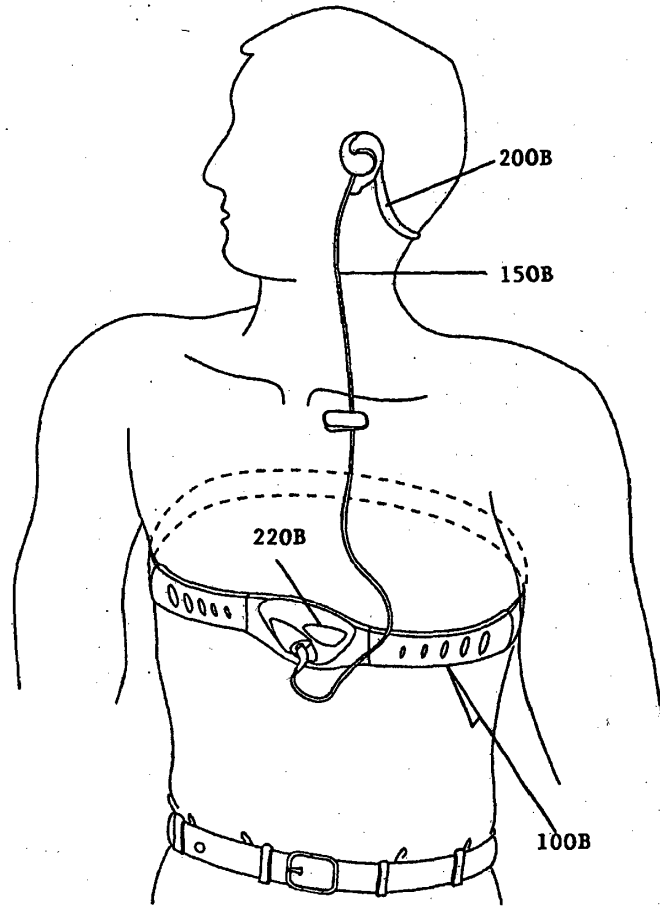


FIG. 6



**FIG. 7**



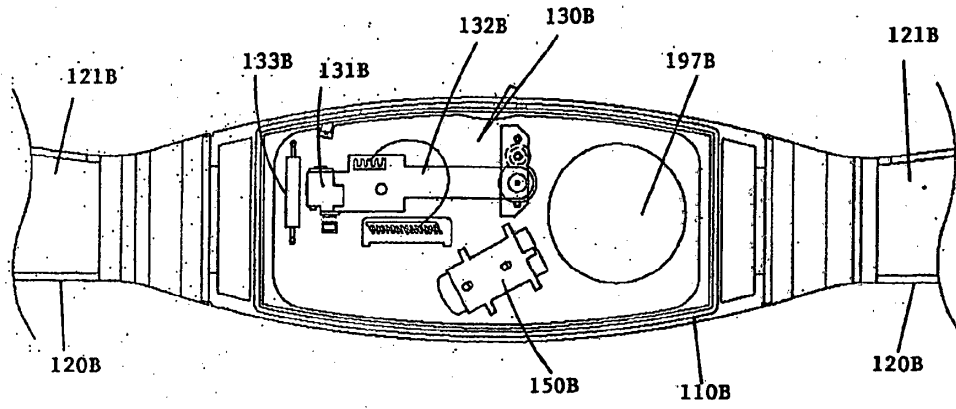


FIG. 8

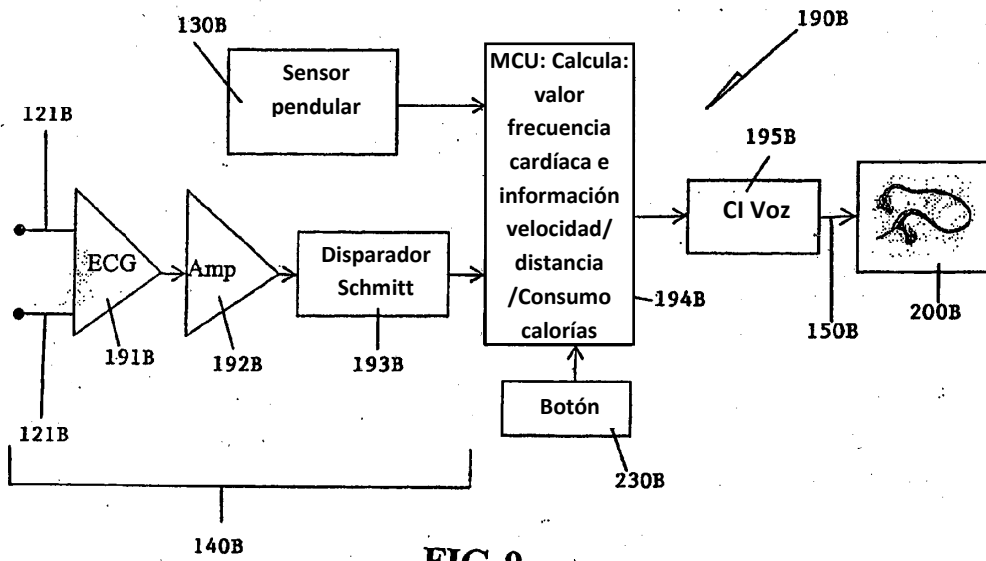


FIG. 9