

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 391 986**

51 Int. Cl.:  
**A63B 69/00** (2006.01)  
**A63B 71/06** (2006.01)  
**G07C 1/22** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **07252231 .1**  
96 Fecha de presentación: **01.06.2007**  
97 Número de publicación de la solicitud: **1870139**  
97 Fecha de publicación de la solicitud: **26.12.2007**

54 Título: **Contador de vueltas de natación**

30 Prioridad:  
**20.06.2006 US 455762**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**03.12.2012**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**03.12.2012**

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 2 391 986 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****Contador de vueltas de natación**

[0001] La presente invención hace referencia a un contador de vueltas para el ejercicio de la natación o similares.

- 5 [0002] Especialmente, pero no de forma exclusiva, la invención hace referencia generalmente a relojes de pulsera sumergibles para contar e indicar el número de vueltas, velocidad y distancia recorrida por un nadador en una piscina, y el consumo de calorías para un ejercicio de natación.

**ANTECEDENTES DE LA INVENCION**

- 10 [0003] La mayor preocupación para un aficionado a la natación o un atleta de natación es la distancia que nada en una sesión de entrenamiento. Puesto que en la mayoría de los casos la gente nada en una piscina de longitud estándar como de 25 ó 50 metros, la distancia nadada puede medirse en relación con el recuento de vueltas. Contar las vueltas mentalmente puede resultar impreciso y mentalmente agotador, y  
15 desde luego desvía la atención del nadador impidiendo que se concentre totalmente en la actividad.

- [0004] La patente estadounidense nº 4.932.045 revela un contador de vueltas digital y sumergible que tiene un contador de vueltas unido a una mano o pie, que se acciona mediante el contacto del contador de vueltas contra el lado de la piscina durante la  
20 brazada o el viraje del nadador. Existen diversos productos contadores de vueltas de natación similares en el mercado, que siempre incluyen un interruptor o un botón para que el usuario lo pulse cuando acaba una vuelta.

- [0005] Una gran desventaja o problema asociado a dichos contadores de vueltas reside en la necesidad de operar manualmente el interruptor al final de cada vuelta.  
25 Ésta es una acción extra que se le exige al nadador que interrumpe las brazadas del mismo y/o evita que realice un giro fluido. En el documento EP-A2-1 250 887 se describe un contador de brazadas que hace uso de un piezosensor.

[0006] La invención trata de eliminar o al menos paliar dicho problema proporcionado un contador de vueltas de natación nuevo o mejorado cuyo uso resulta más cómodo.

**RESUMEN DE LA INVENCION**

- [0007] Según la invención, se proporciona un contador de vueltas para su uso por un nadador, que comprende una carcasa, medios de fijación para sujetar la carcasa a dicho nadador, y un sensor de compás albergado en la carcasa para proporcionar una  
35 señal de salida que cambia entre las direcciones opuestas a lo largo de las que el nadador se desplaza de un lado a otro. También hay un circuito de operación que incluye un procesador programado para distinguir el cambio en la señal de salida del sensor de compás entre las direcciones opuestas para identificar así una inversión en

la dirección de dicho nadador y entonces contar el número de vueltas basándose en dos inversiones sucesivas en la dirección.

**[0008]** El procesador también está programado para distinguir el cambio en la señal de salida del sensor de compás para detectar un aumento por encima de un umbral superior predeterminado y una posterior caída por debajo de un umbral inferior predeterminado, o viceversa, para identificar así una onda en la señal de salida que representa una brazada de dicho nadador y contar las brazadas.

**[0009]** Preferiblemente, el sensor de compás comprende un magnetómetro de dos ejes.

**[0010]** Preferiblemente, el medio de fijación es alargado y se adapta para extenderse alrededor de una parte de dicho nadador.

**[0011]** Más preferiblemente, el medio de fijación comprende una correa para fijarse alrededor de la muñeca de dicho nadador.

**[0012]** Se prefiere que el medio de fijación comprenda un gancho.

**[0013]** Se prefiere que el contador de vueltas incluya una pantalla en la carcasa para mostrar el número de vueltas.

**[0014]** En un modo de realización preferido, el circuito de operación incluye un filtro de paso bajo para filtrar la señal de salida del sensor de compás.

**[0015]** Más preferiblemente, el filtro de paso bajo se sintoniza a una frecuencia superior a 3Hz.

**[0016]** Más preferiblemente, el filtro de paso bajo se sintoniza a una frecuencia de 5Hz.

**[0017]** Se prefiere que el procesador esté programado para ejecutar el filtro de paso bajo.

**[0018]** En un modo de realización preferido, el circuito de operación incluye un rectificador para eliminar las partes fluctuantes de la señal de salida del sensor de compás.

**[0019]** Más preferiblemente, el procesador se programa para ejecutar el rectificador.

**[0020]** En un modo de realización preferido, el circuito de operación incluye un circuito de determinación del promedio de ventana deslizante para suavizar la señal de salida del sensor de compás.

**[0021]** Más preferiblemente, el circuito de determinación del promedio de ventana deslizante funciona con una amplitud de ventana de sustancialmente tres segundos.

**[0022]** Más preferiblemente, el procesador se programa para ejecutar el circuito de determinación del promedio de ventana deslizante.

**[0023]** En un modo de realización preferido, el contador de vueltas incluye medios de

entrada en la carcasa para la entrada del peso corporal de dicho nadador. El circuito de operación se programa para identificar el cambio en la señal de salida del sensor de compás entre las brazadas sucesivas de dicho nadador para determinar la frecuencia de brazada, y calcular el consumo de calorías por dicho nadador según el número de vueltas, la frecuencia de brazada, el peso corporal de dicho nadador y la duración de la natación.

#### BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

**[0024]** La invención se describirá ahora más específicamente, a modo de ejemplo exclusivamente, en relación con los dibujos que acompañan, en los que:

10 La figura 1 es una vista frontal de un modo de realización del contador de vueltas según la invención para su uso por un nadador en forma de un reloj de pulsera;

La figura 2 es un diagrama de bloques funcional del contador de vueltas de la figura 1 que incluye un sensor de compás;

La figura 3 es un diagrama esquemático del sensor de compás de la figura 2;

15 La figura 4 es un diagrama esquemático que muestra la forma de onda de salida típica del sensor de compás de la figura 3, cuando un nadador de estilo libre lleva el contador de vueltas en la muñeca;

La figura 5 es un diagrama esquemático que muestra la forma de onda de salida típica del sensor de compás de la figura 3, cuando un nadador a braza lleva el contador de vueltas en la muñeca;

20 La figura 6 es un diagrama esquemático que muestra la forma de onda de salida típica del sensor de compás de la figura 3, cuando el contador de vueltas está fijado a la cabeza o tronco de un nadador;

La figura 7 es un diagrama de flujo que ilustra el funcionamiento del contador de vueltas de la figura 1;

25 La figura 8 es un diagrama de flujo que ilustra el funcionamiento de recuento de brazadas del contador de vueltas de la figura 1; y

La figura 9 es un diagrama de flujo que ilustra cómo calcula el contador de vueltas de la figura 1 el consumo de calorías del nadador.

#### DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL MODO DE REALIZACIÓN PREFERIDO

**[0025]** Prefiriendo inicialmente las figuras 1-3 de los dibujos, se muestra un contador de vueltas 10 para su uso por un nadador Q que representa la invención, que toma la forma de un reloj de pulsera que tiene una carcasa 11 y medios de fijación como una correa de reloj 12 para fijar la carcasa 11 alrededor de la muñeca del nadador Q. El contador de vueltas 10 incluye una pantalla/panel LCD 13 para mostrar la información (como el recuento de vueltas y tiempo, etc.) y un número de teclas/botones para pulsar

(y un botón giratorio) 14 para el control del funcionamiento y la entrada de datos como el peso corporal del nadador y el estilo de natación (si es necesario).

**[0026]** En términos generales, el medio de fijación es alargado y se adapta para extenderse alrededor de parte del nadador Q. Otro ejemplo es una banda o cinturón que fija el contador de vueltas general 10 a la cintura del nadador. En una forma alternativa, el medio de fijación puede comprender un gancho fijado a la carcasa 11 para fijar el contador de vueltas 10 al traje del nadador como el bañador (en la cintura) o el gorro de natación (en la cabeza).

**[0027]** El contador de vueltas 10 opera bajo el control de un circuito de operación electrónico albergado en la carcasa 11 que se construye sobre la base de una MCU de estado sólido (microprocesador o unidad de control central) 120 programada para llevar a cabo diversas funciones en diferentes modos operativos. Por ejemplo, la MCU 120 incorpora un multivibrador astable/monoestable CMOS de baja potencia para poner en marcha un circuito de reloj digital que proporciona una onda cuadrada digital para el control del tiempo y para manejar otros circuitos, como la pantalla LCD 13 conectada al mismo para indicar información del tiempo/fecha en formato digital que pueda leerse directamente.

**[0028]** Se conecta un vibrador de alarma 15 impulsado por un micromotor, por ejemplo, a la MCU 120 y es operado por la misma para proporcionar una señal de alarma vibratoria para indicar que la ocurrencia de una condición predeterminada. La señal de alarma se hace vibratoria, en lugar de mediante audio, para garantizar que pueda percibirse en el agua.

**[0029]** Además de alcanzar un tiempo preestablecido en el caso de la alarma temporal convencional, existen diversas condiciones predeterminadas más que pueden monitorizarse mediante la función de alarma vibratoria. Dichas condiciones pueden estar relacionadas principalmente con la cantidad de ejercicio que hace el nadador o la calorías que quema, y se miden según el número de vueltas (es decir, alarma de vueltas), la distancia recorrida (es decir, alarma de distancia) o la duración de la actividad (es decir, alarma de duración), según se selecciona por el nadador. Además, el nadador también puede elegir una velocidad de natación objetivo y configurar la alarma para que salte cuando se logra la velocidad (es decir, alarma de velocidad).

**[0030]** Los datos de entrada y controles de usuario, como el cambio de modo o selección de entrada de datos, se introducen por medio de los botones 14 que están conectados a la MCU120.

**[0031]** El contador de vueltas 10 incluye un sensor de compás 110 albergado en la carcasa 11, cuya salida está conectada a la MCU 120 para la detección instantánea de la dirección o rumbo. El sensor de compás 110 comprende típicamente un

magnetómetro de dos ejes (figura 3) que es la configuración del sensor mínima requerida para detectar y calcular una dirección del compás magnético y para proporcionar una señal de salida correspondiente que indica la dirección en la que el magnetómetro se dirige u orienta. En este modo de realización específico, el sensor de compás 110 toma muestras de los datos del rumbo del compás a una frecuencia de muestreo de al menos 32Hz.

**[0032]** En el escenario planificado, el nadador Q nada de un lado a otro a lo largo de una piscina que tiene un longitud estándar, o conocida, que es normalmente de 50 metros (distancia larga) o 25 metros (distancia corta). Al usar el contador de vueltas 10 en el nadador Q (p.ej., en la muñeca o cabeza), el sensor de compás 110 proporciona una señal de salida que cambia instantáneamente cuando la parte relevante del nadador (es decir, la muñeca o la cabeza) se mueve y, en concreto a mayor escala, cuando el nadador Q se gira en un extremo de la piscina cambiando de una dirección a la dirección opuesta.

**[0033]** La figura 4 muestra una forma de onda de salida típica de la señal de salida del sensor de compás 110, cuando un nadador de estilo libre lleva el contador de vueltas 10 en la muñeca. La forma de onda comprende dos regiones alternas distintas F y B, en las que cada región F tiene un valor de rumbo del compás relativamente superior cuando el nadador nada, digamos, en la dirección hacia delante y cada región B tiene un valor de rumbo del compás relativamente menor en la dirección hacia detrás. La duración de estas regiones F y B no es constante, como es comprensible, pues varía con la velocidad del nadador. Cada una de las regiones F y B está compuesta de una serie de unos ocho a once pulsos/ondas mucho más estrechos de duración mucho más corta, y cada una de estas ondas representa una brazada del brazo que lleva el contador de vueltas 10.

**[0034]** La figura 5 muestra una forma de onda típica de la señal de salida del sensor de compás 110, cuando un nadador a braza lleva el contador de vueltas 10 en la muñeca. Asimismo, la forma de onda está formada por dos regiones alternas F y B en general, que son distinguibles unas de otras como se ha descrito arriba y cada una de las cuales comprende del mismo modo una serie de ondas mucho más cortas.

**[0035]** La figura 6 muestra una forma de onda típica de la señal de salida del sensor de compás 110 cuando un nadador lleva el contador de vueltas 10 en la cabeza o la cintura/tronco. Generalmente, esta forma de onda está formada por dos regiones alternas distintas F y B, pero la serie de ondas que ocupa cada una de estas regiones F y B es considerablemente más lisa (es decir, con muchas menos ondulaciones) porque la cabeza o la cintura/tronco se mueve significativamente menos, en términos de amplitud del movimiento en concreto, que las muñecas mencionadas antes.

**[0036]** Como parte del circuito de operación 100, la MCU 120 se programa para ejecutar un filtro de paso bajo digital 121, un rectificador digital 122 y un circuito de determinación del promedio de ventana deslizante 123 para procesar la señal de salida del sensor de compás 110. Dichos módulos auxiliares 121, 122 y 123 pueden  
5 construirse por supuesto usando componentes electrónicos convencionales como condensadores, inductores, resistores y/o amplificadores operacionales, aunque considerando el tamaño, el consumo de energía y la flexibilidad se ha adoptado el uso de software en el modo de realización descrito.

**[0037]** Como función principal, la MCU 120 se programa para analizar y distinguir el  
10 cambio en la forma de onda de la señal de salida del sensor de compás 110 entre las direcciones opuestas para identificar así una inversión en la dirección del nadador Q en cualquier extremo de la piscina y entonces contar el número de vueltas, cada una basada en dos inversiones consecutivas en la dirección. A continuación se describe en relación con la figura 7 el algoritmo 20 sobre el que se basa la MCU 120 para llevar a  
15 cabo su función de recuento de vueltas.

**[0038]** El sensor de compás 110 produce una señal de salida variable a medida que éste es movido por el nadador Q (bloque 21). La frecuencia normal de brazadas de natación es de aproximadamente 40 a 150 brazadas por minuto, y esto se traduce en una frecuencia de aproximadamente 0,7 a 2,5Hz para el movimiento del sensor de  
20 compás y por tanto su señal de salida. El rango de frecuencia útil de la señal de salida se determina en consecuencia como de 0 a 5Hz con un límite superior de dos veces la frecuencia más alta que puede encontrarse durante la operación para proporcionar un margen adecuado.

**[0039]** La señal de salida es introducida primero a través del filtro de paso bajo 121  
25 (bloque 22) para que sea filtrada por el mismo, que está sintonizado al límite superior de 5Hz del rango útil de frecuencia de forma que todos los componentes de frecuencia no deseados que se encuentren por encima de 5Hz sean bloqueados. En general, el filtro 121 puede sintonizarse a una frecuencia superior a 3Hz , un poco superior a 2,5Hz. La señal de salida filtrada pasa entonces a través del rectificador digital 122  
30 (bloque 123) para eliminar los componentes fluctuantes u ondulaciones de la señal. La forma de onda resultante, que proviene de la de la figura 4, se muestra en la figura 4A.

**[0040]** La señal de salida rectificada del sensor de compás 110 es procesada posteriormente por el circuito de determinación del promedio de ventana deslizante 123 (bloque 24) para suavizar la señal de forma que asuma una forma de onda clara  
35 como se muestra en la figura 4B. El circuito de determinación del promedio 123 está diseñado para operar con una ventana deslizante que tiene una amplitud de unos tres segundos, que se determina para que sea óptima basándose en la frecuencia de

brazada de natación normal.

**[0041]** El proceso de recuento de vueltas de la MCU 120 pasa a detectar un cambio en la señal de salida procesada del sensor de compás 110 mediante el análisis de la forma de onda, que representa correctamente una acción de giro del nadador Q en cualquier extremo de la piscina. El cambio en la señal de salida se considera indicativo de un giro real si el cambio en la magnitud es suficiente (es decir, mayor de " $D_{\text{umbral}}$ ") y dicho cambio se mantiene durante un periodo de tiempo lo suficientemente largo (es decir, más largo de " $T_{\text{umbral}}$ ").

**[0042]** El valor de " $D_{\text{umbral}}$ " se determina para el análisis de forma de onda óptima, y se basa principalmente en la sensibilidad y el margen de salida del sensor de compás (magnetómetro) 110 utilizado. El valor de " $T_{\text{umbral}}$ " debería ser considerablemente más corto que el tiempo que le llevaría al nadador acabar una longitud de la piscina, es decir, entre giros sucesivos, pero por otro lado, el valor debería ser suficientemente largo para distinguir un giro real de un falso giro como podría producirse, por ejemplo, por el nadador que para y voltea un momento su brazo o cabeza/cuerpo (es decir, el sensor de compás 110) de forma inesperada antes de llegar al extremo de la piscina. " $T_{\text{umbral}}$ " se elige para que sea de varios segundos, unos tres segundos.

**[0043]** El cambio en magnitud se supervisa mediante una etapa de comparación de datos (bloque 25) que comprueba si la diferencia absoluta entre la magnitud preponderante "Datos" y la magnitud "Datos 1" registrada por última vez supera el umbral " $D_{\text{umbral}}$ ". En caso negativo, es decir, la diferencia en magnitud no es suficiente, se reinicia un determinado temporizador en la MCU 120 (bloque 26) y el proceso vuelve a, y se reinicia desde el principio (bloque 21).

**[0044]** En caso afirmativo, es decir, la diferencia en magnitud es suficiente, el temporizador comienza a contar de forma ascendente (bloque 27) y continúa mientras la diferencia en magnitud se sostenga (es decir, mayor que " $D_{\text{umbral}}$ ") hasta que el recuento del temporizador exceda " $T_{\text{umbral}}$ " (bloque 28), momento en el que se registra un giro del nadador Q y se introduce la magnitud preponderante "Datos" como la magnitud "Datos1" registrada en último lugar (bloque 29), y después el proceso se reinicia desde el bloque 21. Si la diferencia en magnitud no se mantiene durante el tiempo suficiente de forma que el temporizador se para de forma prematura (bloque 28), es decir, al detectar un falso giro, el proceso se reiniciará desde el bloque 21.

**[0045]** La MCU 120 incluye un contador dedicado que da seguimiento a los giros del nadador detectados según el algoritmo descrito arriba, y cuenta dos giros como una vuelta para producir un recuento de vueltas de forma automática. Para una función de recuento progresivo, el contador de vueltas (desde cero) puede leerse desde la pantalla 13. Para una función de recuento regresivo, el contador de vueltas reduce



desde un objetivo preestablecido por el usuario y cuando alcanza el cero salta el vibrador de alarma 15 para alertar al nadador.

**[0046]** La MCU 120 tiene prestaciones de cálculo inherentes. Basándose en los giros detectados del nadador, puede determinarse fácilmente el tiempo de vuelta promedio o individual en relación con el tiempo registrado por el circuito de reloj antes mencionado. La duración o tiempo de la natación se mide de manera sencilla. La distancia nadada total puede calcularse también multiplicando la longitud de la piscina por el número de vueltas, y la velocidad media dividiendo la distancia total de la piscina por el tiempo nadado. Utilizando el tiempo de vuelta más corto, es decir, el tiempo de la vuelta más rápida, puede calcularse también la velocidad máxima dividiendo dos veces la longitud de la piscina por el tiempo por vuelta.

**[0047]** La MCU 120 se programa también, mediante el análisis de la forma de onda de la figura 4 ó 5 llevando el nadador el contador de vueltas 10 en la muñeca en particular, para identificar las ondas más estrechas en cada una de las regiones F y B, puede reconocerse también y contabilizarse cada brazada sucesiva. Aunque el algoritmo adoptado es algo diferente, el principio subyacente es el mismo, es decir, analizando el cambio en magnitud de la señal de salida del sensor de compás 110 (datos del rumbo del compás), aunque en una escala temporal considerablemente menor. Por tanto, el contador de vueltas 10 es capaz de contar las vueltas así como las brazadas, y se pueden determinar o calcular fácilmente los mismos datos o similares para las brazadas y para las vueltas, p.ej., el número total de brazadas y la frecuencia de brazada.

**[0048]** A continuación, se describe un algoritmo de recuento de brazadas 40 como ejemplo en relación con la figura 8. La producción de una brazada de natación se identifica detectando la onda más estrecha relevante, en la señal de rumbo del compás, que se eleva por encima de un umbral superior determinado y después cae por debajo de un umbral inferior determinado, y con la condición de que la onda de brazada detectada en ese momento se produzca después de la última onda identificada dentro de un intervalo de tiempo en el margen de 0,3 a 1,8 segundos.

**[0049]** Los valores de los umbrales superior e inferior dependen del dispositivo (es decir, según el sensor de compás específico 110 en uso) y se predeterminan mediante experimentos basados en brazadas de natación reales. El intervalo temporal de 0,3 a 1,8 segundos se deriva de la frecuencia de brazada normal antes mencionada de 40 a 150 brazadas por minuto, con algún buffer.

**[0050]** La señal de salida del sensor de compás 110 (bloque 41) se introduce primero a través de un filtro de paso alto (bloque 42) para eliminar el componente DC para extraer únicamente la información de brazada. El filtro de paso alto se sintoniza a

0,3Hz, una frecuencia que se encuentra de forma óptima por debajo del intervalo de frecuencia de salida del compás arriba mencionado de 0,7 a 2,5Hz.

**[0051]** Existe un registro "SFlag" (indicador de brazada) en la MCU 120 para llevar el seguimiento del ascenso (es decir, frente ascendente) y caída (es decir, frente descendente) de las ondas de brazada detectadas por el sensor de compás 110. El contenido del registro SFlag de "0" ó "1" representa la subida (comienzo) o caída (final) de una onda de brazada respectivamente. Si SFlag=1 (bloque 43), la operación de la MCU pasa a detectar el final de una onda de brazada. Si SFlag≠1 (bloque 43), comienza una onda de brazada y la señal del compás se comprueba para ver si se eleva por encima del umbral superior (bloque 44). En caso afirmativo, el contenido de SFlag se hace "1" (bloque 45) para prepararse para el posterior final de la onda y se comprueba la señal del compás para ver si después cae por debajo del umbral inferior (bloque 46). En caso afirmativo, se detecta una onda de brazada.

**[0052]** Si el resultado de comprobación con el umbral superior o inferior es negativo, es decir, no se considera detectada ninguna subida o caída de una brazada, la operación vuelve al principio (bloque 41) y vuelve a empezar.

**[0053]** Con la detección de una primera onda de brazada (bloque 47), el contador de brazadas (p.ej., en la MCU 120) aumenta el recuento de brazadas en uno (bloque 49) y el SFlag se restablece finalmente a "0" (bloque 50) para detectar la siguiente onda (por la subida). Si la onda de brazada detectada no es la primera onda (bloque 47), la MCU 120 comprueba si el tiempo entre la onda detectada en ese momento y la última onda identificada se encuentra en el intervalo cualificado de 0,3 a 1,8 segundos. En caso afirmativo, la brazada es validada y el recuento de brazadas es aumentado en uno (bloque 49) y el SFlag se restablece finalmente a "0" (bloque 50) para detectar la próxima onda. En caso de la que onda actual suceda muy pronto o muy tarde, se considera falsa (es decir, no validada) y el SFlag se restablece a "0" (bloque 50) sin actualizar el recuento de brazadas.

**[0054]** Se identifica cada una de las ondas de brazada en la señal de salida del sensor de compás 110 comenzar con un frente ascendente y finalizar con un frente descendente. Por el contrario, se entiende que una onda de brazada puede reconocerse igualmente como una onda negativa que comienza con un frente descendente y finaliza con un frente ascendente.

**[0055]** En este modo de realización concreto, el contador de vueltas y el contados de brazadas son funciones independientes, puesto que no están sincronizadas, pero es posible por ejemplo contar las brazadas en una vuelta específica o para cada vuelta.

**[0056]** Los estilos de natación usuales son estilo libre, braza, espalda y mariposa. Una comparación entre la forma de onda de salida de un sensor de compás 110

colocado en la muñeca de la figura 4 para estilo libre y la de la figura 5 a braza indica que las diferencias entre estilos de natación diferentes son discernibles, como la forma de las ondas de brazada individuales y/o el perfil general a lo largo de las ondas de brazada. La MCU 120 también está programada, mediante análisis de la forma de onda, para identificar el estilo de natación, especialmente cuando el sensor de compás 110 se lleva en la muñeca.

[0057] La figura 9 ilustra cómo calcula la MCU 120 el consumo de calorías (incluyendo el porcentaje de quema de grasas) por el nadador Q según un algoritmo 30 que se basa en el peso corporal del nadador introducido mediante las teclas (bloque 31), el estilo de natación reconocido (bloque 33), y la frecuencia de brazada (bloque 34) y tiempo o duración de la natación derivado de la señal de salida del sensor de compás 110 (bloque 32). La ecuación de cálculo de calorías es la siguiente:

$$\text{Calorías quemadas} = K * \text{peso corporal} * \text{tiempo}$$

[0058] El coeficiente K es una constante predeterminada que varía con los diferentes estilos de natación. Se queman más calorías a estilo mariposa que a estilo libre o a braza. Una frecuencia de brazada mayor significa que se van a consumir más calorías.

[0059] En síntesis, el contador de vueltas 10 está diseñado para llevar a cabo las siguientes funciones:

1. Recuento de vueltas, incluyendo recuento regresivo y/o recuento progresivo
2. Tiempo de vuelta, número total de brazadas y velocidad media de cada vuelta
3. Velocidad (velocidad media y máxima) y distancia total
4. Alarmas de distancia/velocidad/vueltas programables con alarma de vibración
5. Consumo de calorías y porcentaje de quema de grasas

[0060] El recuento de vueltas de natación se logra mediante el análisis de la forma de onda de salida de un sensor de compás (magnetómetro), incluyendo el filtrado, determinación del promedio de amplitud, detección de fase y reconocimiento de patrones según las características de las formas de onda del rumbo del compás para los distintos nadadores y estilos de natación.

[0061] La presente invención resuelve los problemas de recuento de vueltas de natación proporcionando un dispositivo cómodo y automático para contar vueltas, que no requiere ninguna acción por parte del nadador y por tanto no altera su movimiento de natación o brazadas. Esto se logra usando un sensor de compás (magnetómetro) y

analizándose la forma de onda de salida según un algoritmo predeterminado. El recuento de vueltas y la velocidad/distancia calculadas se mostrarán en un panel LCD. Todos los componentes incluyendo el sensor de compás y los circuitos de procesamiento, MCU y el panel LCD se incluyen dentro de una carcasa sumergible que puede tomar la forma de un reloj de pulsera, o en un modo de realización diferente, un gancho para su fijación a un gorro de baño o bañador.

**[0062]** La gente preocupada por su salud a menudo quiere controlar el consumo de calorías durante el ejercicio de natación, y el contador de vueltas en cuestión ofrece una función de cálculo de calorías para satisfacer esa necesidad.

10 **[0063]** La invención se ha aportado a modo de ejemplo exclusivamente, y se pueden realizar diversas modificaciones diferentes de y/o alteración al modo de realización descrito por personas con experiencia en la técnica sin salir del ámbito de la invención como se especifica en las reivindicaciones adjuntas.

**REIVINDICACIONES**

1. Un contador (10) para su uso por un nadador, que comprende:

una carcasa (11);

5 medios de fijación (12) para fijar la carcasa a dicho nadador;

un sensor de compás (110) albergado en la carcasa para proporcionar una señal de salida que cambia entre direcciones opuestas a lo largo de las que el nadador nada hacia delante y hacia detrás;

un circuito de operación que incluye:

10 un filtro de paso bajo (121) para filtrar la señal de salida del sensor de compás,

un rectificador (122) para eliminar las partes fluctuantes de la señal de salida del sensor de compás; y

15 un procesador (120) programado para distinguir el cambio en la señal de salida del sensor de compás entre las direcciones opuestas para identificar así una inversión en la dirección de dicho nadador y entonces contar el número de vueltas basándose en dos inversiones sucesivas en la dirección,

20 **caracterizado porque** el procesador está programado para distinguir el cambio en la señal de salida del sensor de compás para detectar un aumento por encima de un umbral superior predeterminado y una posterior caída por debajo de un umbral inferior predeterminado, o viceversa, para identificar así una onda en la señal de salida que representa una brazada de dicho nadador y  
25 contar las brazadas.

2. El contador de la reivindicación 1, **caracterizado porque** el procesador está programado para ejecutar un filtro de paso bajo.

3. El contador de la reivindicación 1, **caracterizado porque** el procesador está programado para ejecutar un rectificador.

30 4. El contador de la reivindicación 1, **caracterizado porque** el sensor de compás comprende un magnetómetro de dos ejes.

5. El contador de la reivindicación 1, **caracterizado porque** el medio de fijación es alargado y está adaptado para extenderse alrededor de parte de dicho nadador.

35 6. El contador de la reivindicación 5, **caracterizado porque** el medio de fijación comprende una correa para su fijación alrededor de la muñeca de dicho nadador.

7. El contador de la reivindicación 1, **caracterizado porque** el medio de fijación

comprende un gancho.

8. El contador de la reivindicación 1, **caracterizado porque** incluye una pantalla en la carcasa para mostrar el número de vueltas.

5 9. El contador de la reivindicación 1, **caracterizado porque** el filtro de paso bajo está sintonizado a una frecuencia superior a 3Hz.

10. El contador de la reivindicación 9, **caracterizado porque** el filtro de paso bajo está sintonizado a una frecuencia de 5Hz.

10 11. El contador de la reivindicación 1, **caracterizado porque** el circuito de operación incluye un circuito de determinación del promedio de ventana deslizante para suavizar la señal de salida del sensor de compás.

12. El contador de la reivindicación 11, **caracterizado porque** el circuito de determinación del promedio de ventana deslizante es operable con una amplitud de ventaja de sustancialmente tres segundos.

15 13. El contador de la reivindicación 11, **caracterizado porque** el procesador está programado para ejecutar un circuito de determinación del promedio de ventana deslizante.

20 14. El contador de cualquiera de las reivindicaciones de la 1 a la 8, **caracterizado porque** incluye un medio de entrada en la carcasa para la entrada del peso corporal de dicho nadador, y porque el circuito de operación está programado para identificar el cambio en la señal de salida del sensor de compás entre brazadas sucesivas de dicho nadador para determinar la frecuencia de brazada, y para calcular el consumo de calorías por dicho nadador según el número de vueltas, la frecuencia de brazada, el peso corporal de dicho nadador y la duración de la natación.

25 15. El contador de brazadas de la reivindicación 1, **caracterizado porque** el procesador incluye un medio para determinar el tiempo entre la onda detectada actual en la señal de salida y la última onda identificada y después comparar dicho tiempo con un valor predeterminado para validar dicha onda detectada, comprendiendo el valor predeterminado un intervalo en el cual debe recaer dicho tiempo para que dicha onda detectada sea validada.

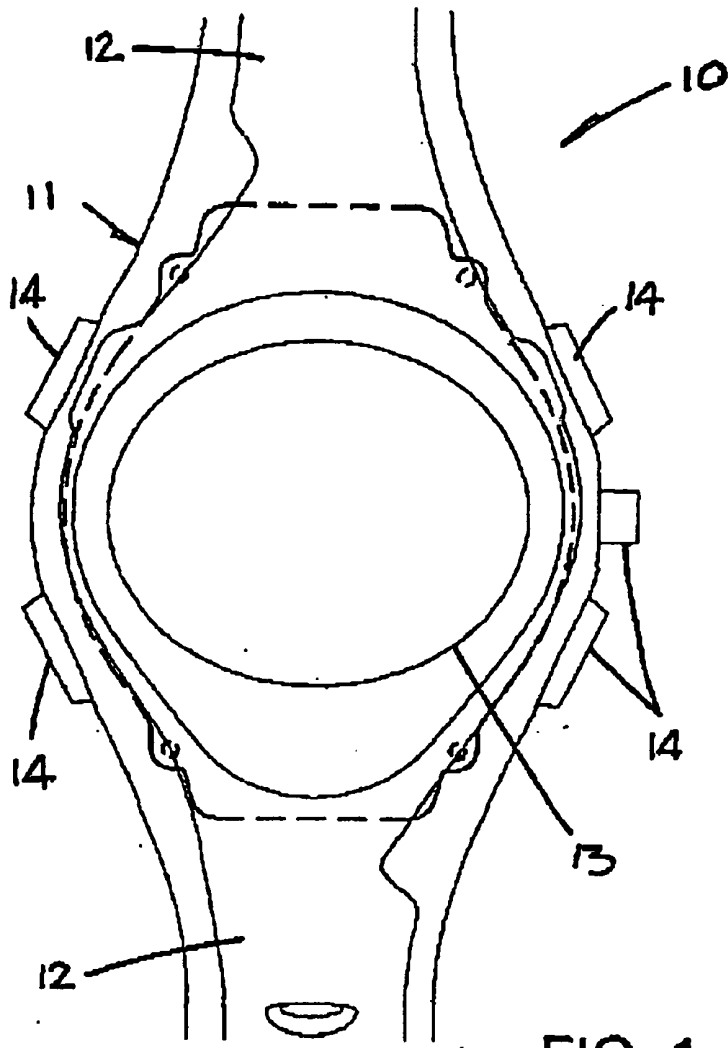


FIG. 1

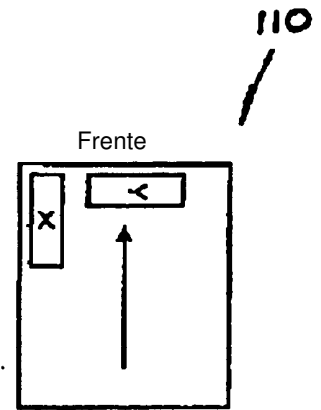


FIG. 3

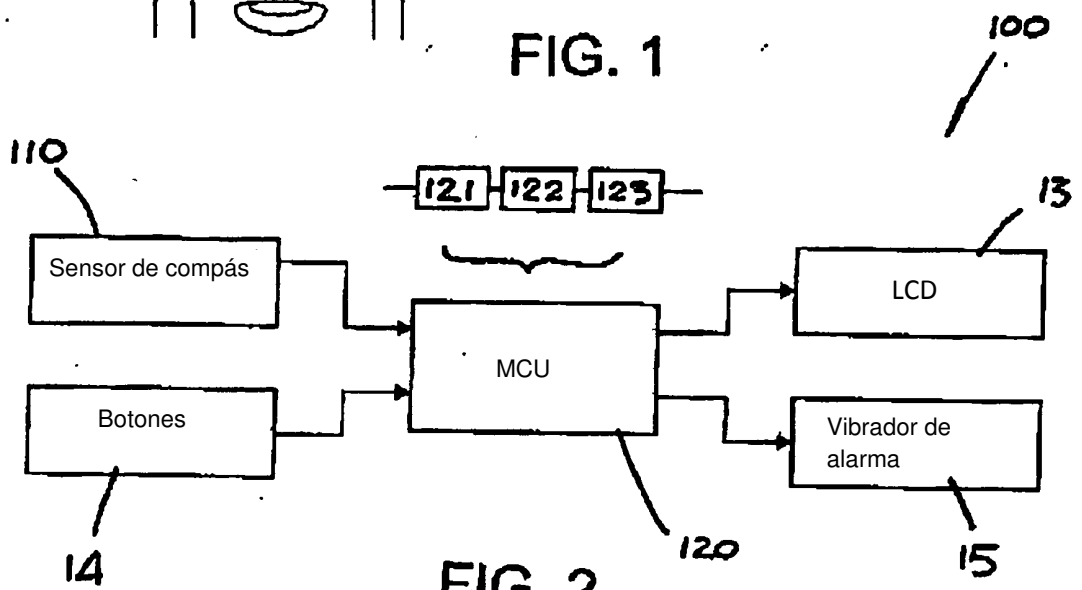


FIG. 2

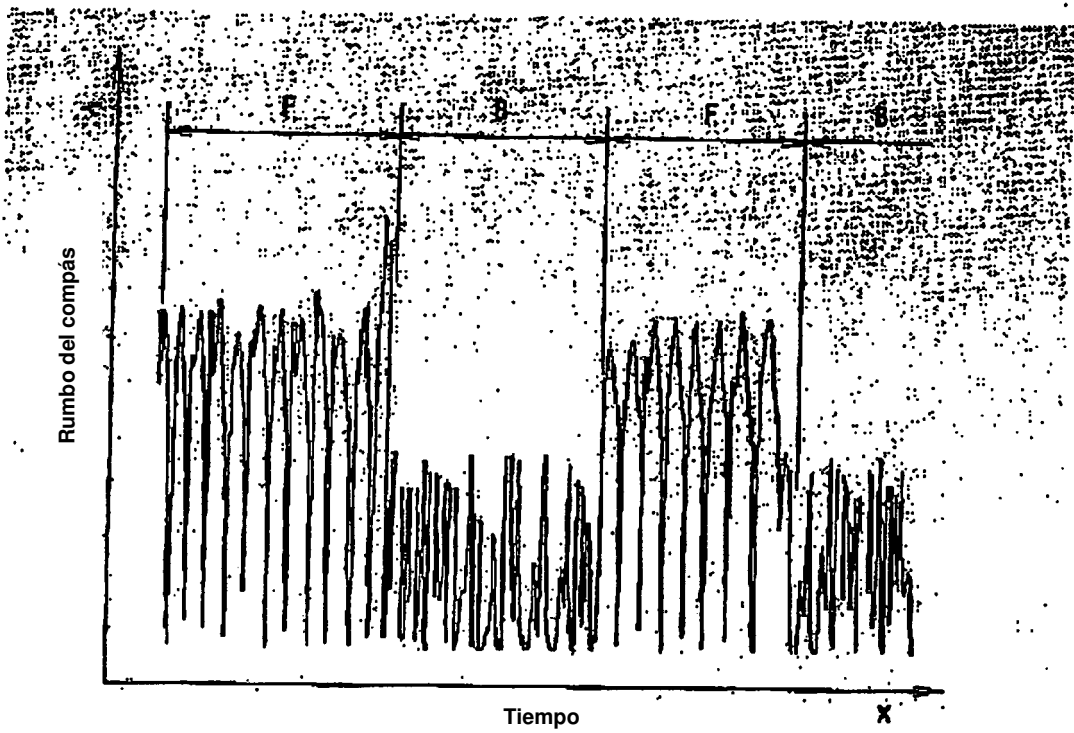
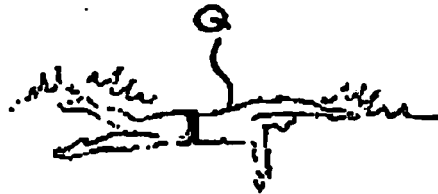


FIG. 4



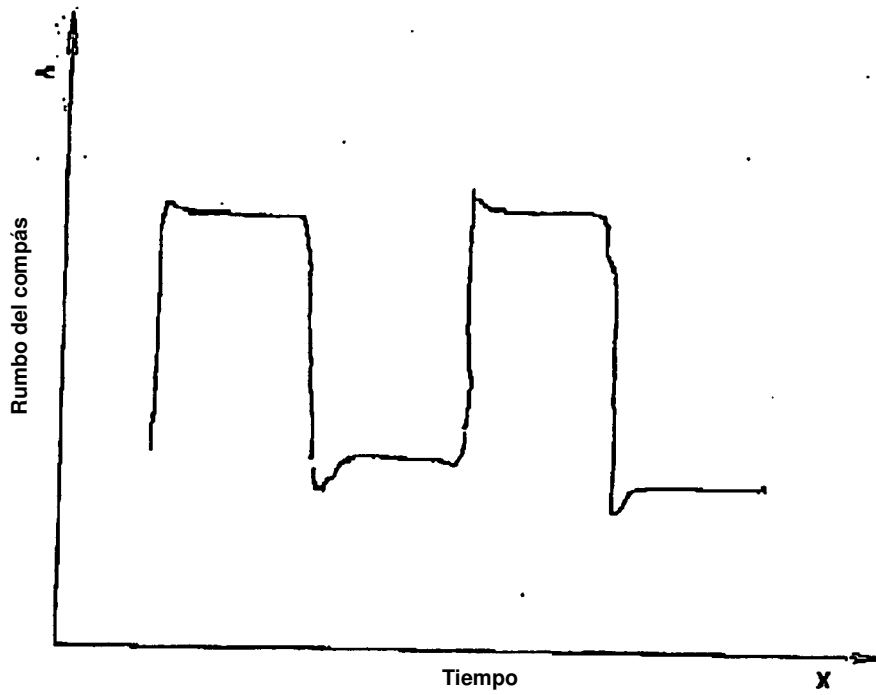


FIG.4A

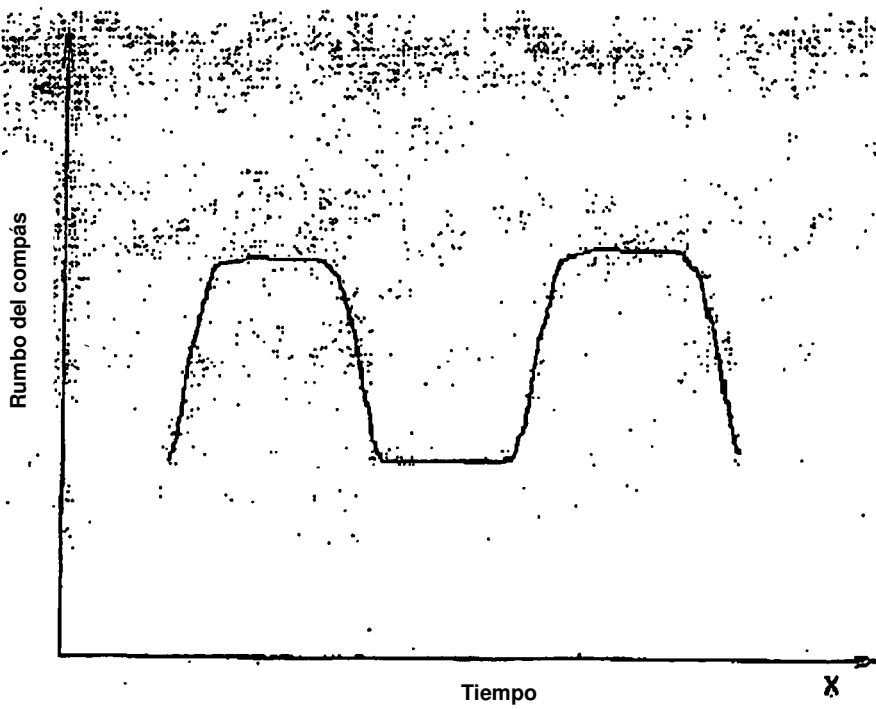


FIG.4B

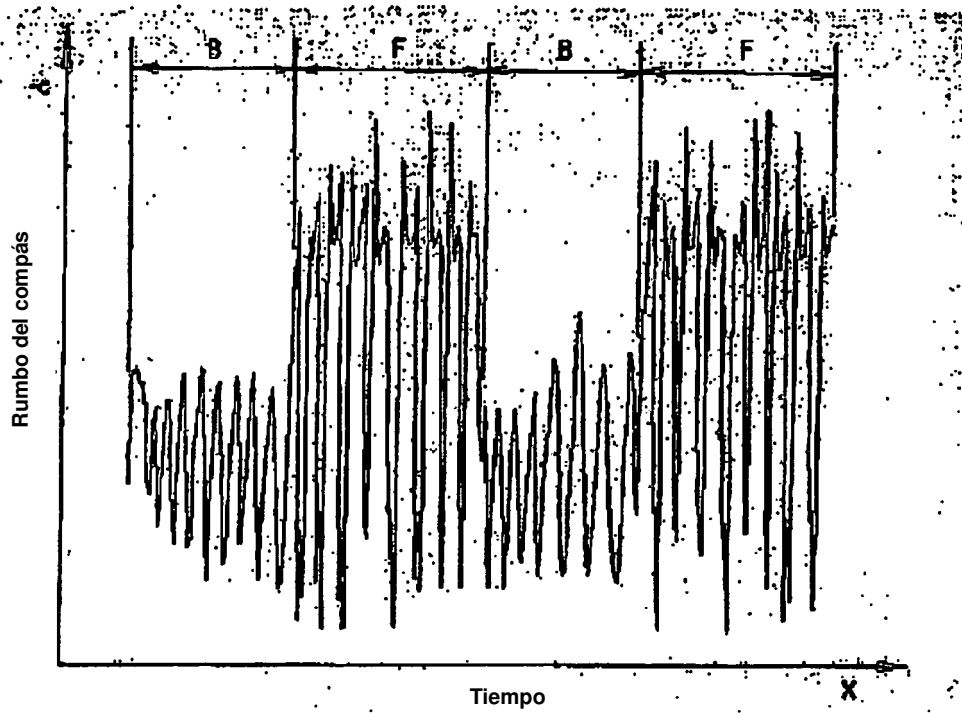


FIG. 5

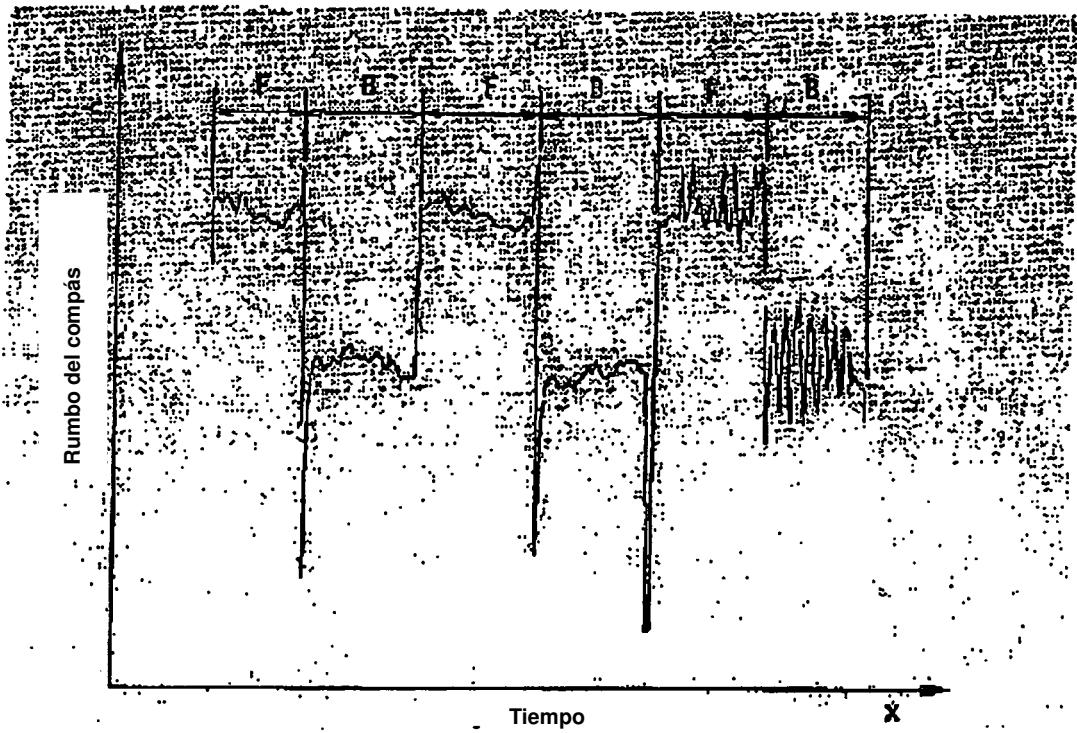


FIG. 6

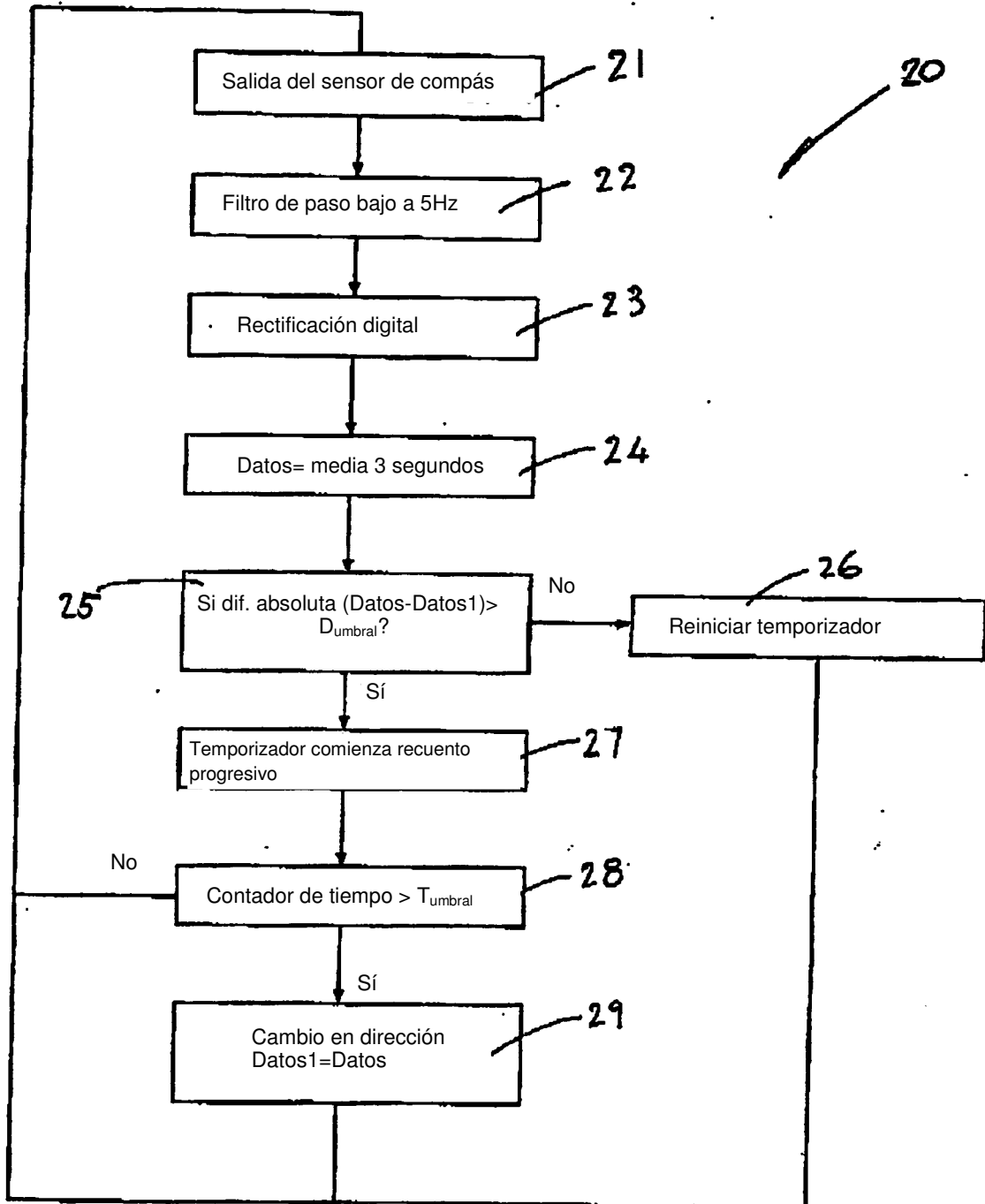
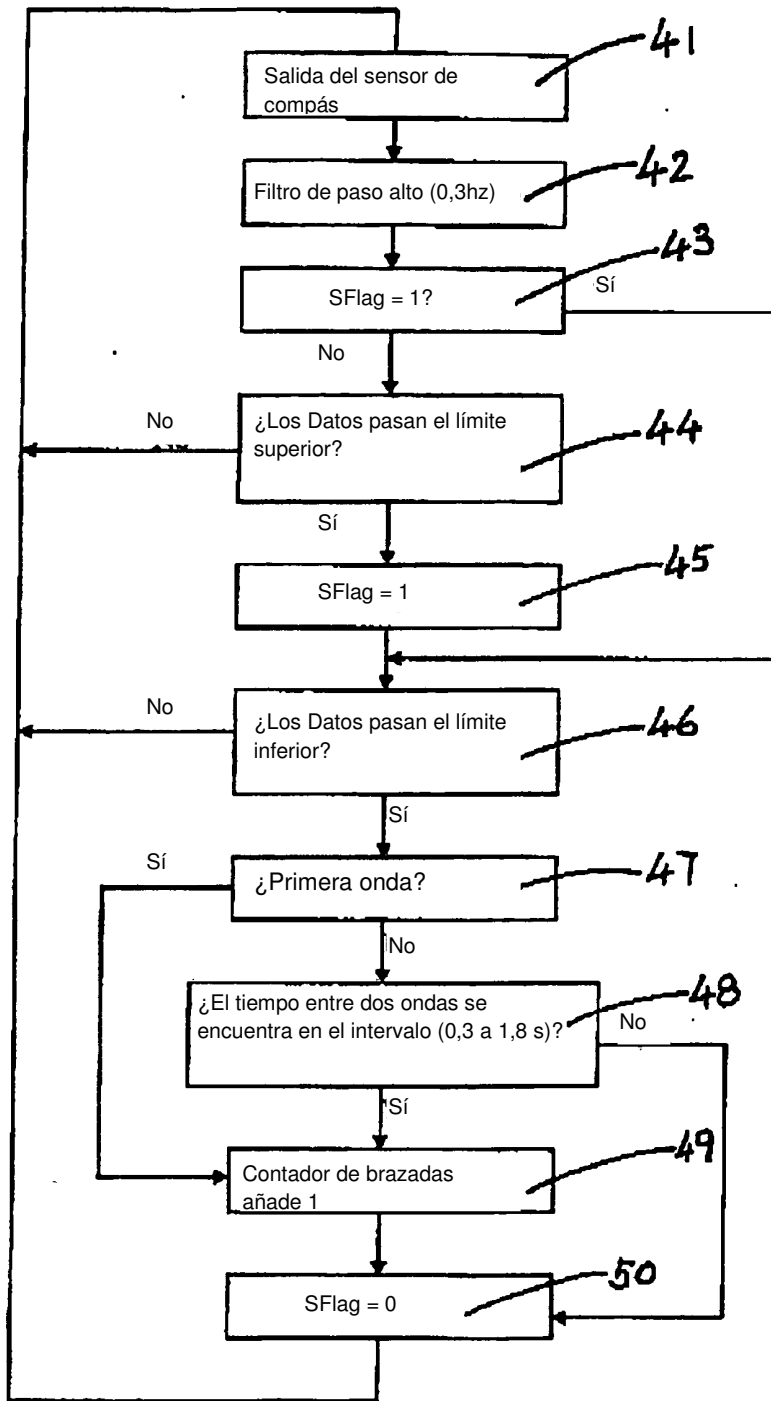
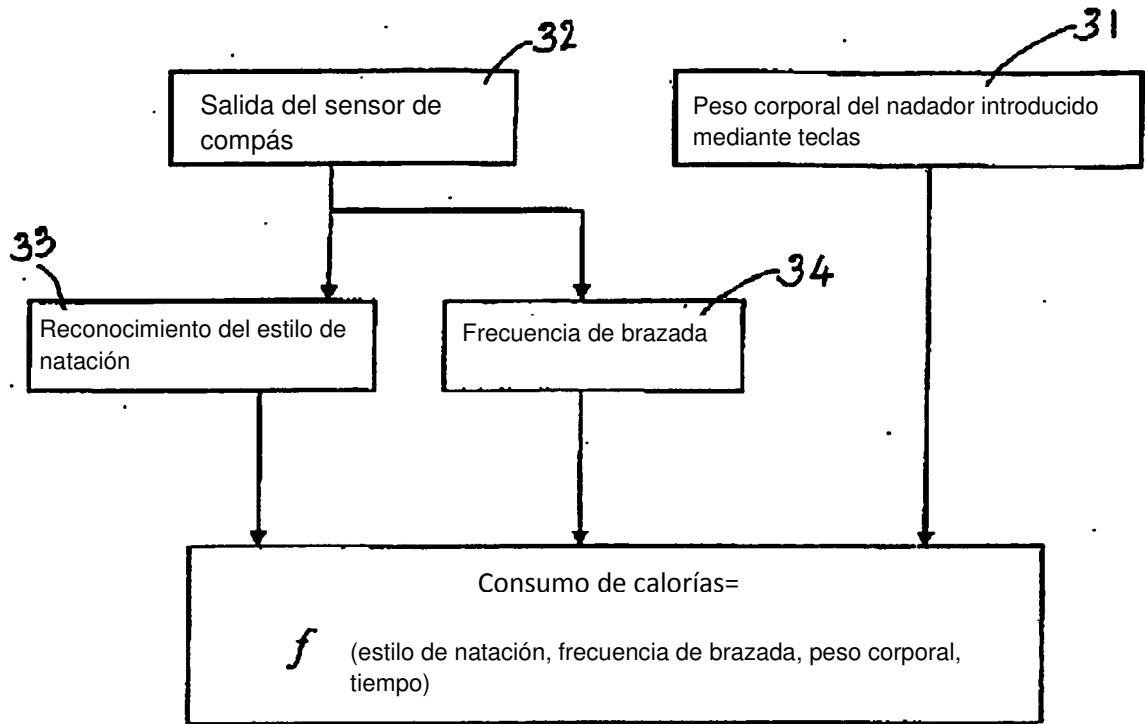


FIG. 7



40

FIG. 8



30

FIG. 9