

P.- 36.779

Nº 9441  
HL-26709

347715

Memoria descriptiva

30 MAR 1968



para solicitar PATENTE DE INVENCIÓN

por 20 años

a nombre de BENRUS WATCH COMPANY, INC.

entidad / ~~de nacionalidad~~ norteamericana

con domicilio en 50 West 44th Street, Nueva York, Estados  
Unidos de América

por: "UN APARATO PARA LA MEDICION DEL TIEMPO" (Clase Inter-  
nacional G01t G04f)



El presente invento se refiere a un reloj, cronómetro o, de un modo general, a un dispositivo para medir el tiempo cuyas funciones de medición se llevan a cabo exclusivamente por vía electrónica. El invento se refiere -  
 5 también a un dispositivo de esta clase en el que las funciones se llevan a cabo contando la frecuencia de emisión desde una fuente radioactiva de radioactividad que tiene una frecuencia sustancialmente constante.

Se conocen ya los denominados relojes electrónicos o eléctricos, pero el uso de los vocablos "electrónico" o "eléctrico" en relación con ellos puede conducir a error en ciertos aspectos. El manantial de fuerza que se use puede ser eléctrico y pueden entrar en ellos ciertos circuitos electrónicos pero, en último término, las funciones cronométricas reales son realizadas por partes mecánicas en movimiento, tales como las ramas de un diapasón, el rotor de un motor eléctrico o un volante cargado por un muelle en espiral.

La existencia de estos elementos mecánicos en movimiento limita mucho o gobierna en gran medida el tamaño y la forma del cronómetro, hace que el mecanismo sea susceptible de averías por vibraciones o choques y hace que la exactitud de la medida del tiempo dependa de la posición del cronómetro, o de las variaciones de temperatura, o del grado en que son lubricadas las partes móviles y de la magnitud del desgaste de las mismas.

Las realizaciones del presente invento que describimos en esta Memoria proporcionan un dispositivo medidor de tiempo (que denominaremos "cronómetro" en lo que sigue) en el cual la función de medición del tiempo es reali-



5      zada sin partes móviles cualesquiera y de una manera total-  
 mente electrónica, eliminándose de este modo volantes, dia-  
 pasones y similares. Pueden emplearse piezas móviles para  
 indicar el tiempo (aunque ni éstas siquiera son esenciales)  
 pero el movimiento de dichas piezas (por ejemplo, las mane-  
 cillas) a la posición apropiada de indicación del tiempo se  
 realiza de un modo tal que carece de efecto sobre la exacti-  
 tud de la medición del tiempo propiamente dicha.

10      Las realizaciones del invento que aquí describi-  
 mos pueden realizar las citadas funciones totalmente elec-  
 trónicas de medición del tiempo de una manera segura y pre-  
 cisa, utilizando al mismo tiempo tan poca energía proceden-  
 te de una batería u otro manantial eléctrico para los cir-  
 cuitos electrónicos, como para hacer que el sistema sea ca-  
 15      paz de ser usado en cronómetros pequeños, tales como relo-  
 jes de pulsera.

20      Las realizaciones que aquí describimos del inven-  
 to pueden conseguir tal medición totalmente electrónica del  
 tiempo de una manera que no requiere la apertura y el cier-  
 re sucesivos de contactos, de modo que la exactitud de la  
 medición no dependerá del mantenimiento en estado óptimo de  
 superficies de contacto.

25      Las realizaciones del invento que aquí describi-  
 mos utilizan como fuente de medición del tiempo, por ejem-  
 plo, en un cronómetro por lo demás usual, tal como un reloj  
 de pared o de pulsera, una sustancia radioactiva con carac-  
 terísticas de emisión de radioactividad conocidas.

30      El funcionamiento básico del cronómetro del pre-  
 sente invento depende del hecho de que las sustancias radio-  
 activas emiten ciertos tipos de partículas o rayos en pro-



porciones estadísticas conocidas que varían de manera conocida a medida que las sustancias envejecen. La velocidad real de la emisión radioactiva variará de un instante a otro de una manera arbitraria o aleatoria, pero el número medio de emisiones en un período de tiempo corto dado es muy uniforme. Aún cuando la velocidad de emisividad disminuye con la edad de la sustancia, tal disminución, para muchas sustancias conocidas, es ligerísima. Este fenómeno de una emisividad menor con la edad se expresa en general en términos de "vida a la mitad" ó período de semi-desintegración de las sustancias, es decir, el período de tiempo que será necesario para que cualquier velocidad de emisividad dada baje a la mitad. Muchos materiales radioactivos tienen vidas a la mitad muy largas, medidas en términos de miles o aún de millones de años y con tales sustancias el número medio de emisiones radioactivas para un intervalo de tiempo dado no variará apreciablemente durante un gran número de años. Así, tales sustancias dan una velocidad de emisividad suficientemente estable como para poder utilizarlas en los sistemas del presente invento.

Desde luego que es necesario, en relación con cronómetros que han de ser llevados por una persona, que la radiación en cuestión no sea peligrosa. Afortunadamente, hay sustancias radioactivas con vidas a la mitad que son apropiadamente grandes y cuya emisividad radioactiva tiene exclusivamente la forma de electrones o rayos beta. Tal radioactividad no puede penetrar la delgada caja usual de un reloj o incluso la piel de un individuo y, por tanto, el empleo de tales materiales sería completamente seguro.

De acuerdo con las realizaciones del presente -



invento que describimos a continuación, se prevén medios -  
para contar la emisiones radioactivas individuales desde -  
una cantidad predeterminada de una sustancia radioactiva -  
apropiada. Estas emisiones ocurren a un frecuencia nominal  
5 conocida y las variaciones estadísticas casuales desde esa  
frecuencia nominal desde un instante a otro se anulan entre  
sí a lo largo de períodos de tiempo del orden de segundos  
o de fracciones moderadamente grandes de segundos. De aquí  
que la precisión de la indicación del tiempo por el cronó-  
metro será satisfactoria y práctica.

Constituye una interesante característica de las  
realizaciones del sistema del presente invento que descri-  
bimos luego el que, dentro de ciertos límites, puede lograr-  
se un grado deseado de precisión de la indicación del tiem-  
po seleccionando una frecuencia de cómputo inicial apropia-  
15 da, por ejemplo, permitiendo que una cantidad mayor o menor  
de las radiaciones llegue a los medios contadores, o selec-  
cionando eléctricamente solo radiaciones que tengan por lo  
menos un valor de energía predeterminado.

La salida de los medios contadores, que se rea-  
liza a una frecuencia elevada a fin de producir un grado de  
precisión deseado, es transformada luego, de preferencia -  
por circuitos electrónicos apropiados, en una frecuencia -  
menor que sea un submúltiplo conocido de la frecuencia de  
25 la salida de los medios contadores. Por ejemplo, y como -  
luego describimos específicamente, la salida del contador  
puede ser a la frecuencia de 16.384 impulsos por segundo -  
( $2^{14}$ ), al paso que la salida operativa final puede ser a -  
la frecuencia de un impulso por segundo. Esta salida final  
30 puede emplearse para accionar los medios indicadores de -



cualquier modo deseado, por ejemplo, actuando sobre un solenoide.

5 Alternativamente, podría usarse una salida final de mayor frecuencia, tal como de 32 impulsos por segundo, para excitar un motor síncorno, tal como uno del tipo de histéresis, estando a su vez conectado el motor a un tren de engranajes que acciona las usuales manecillas del reloj.

10 Alternativamente también, las salidas de los impulsos, a una frecuencia apropiada, podría usarse para excitar de modo adecuado un dispositivo electrónico indicador, tal como uno que comprenda una matriz de uniones de silicio que emiten luz cuando son excitadas de manera apropiada, cuyas uniones podrían utilizarse para iluminar selectivamente indicaciones representativas de segundos, minutos y 15 horas.

Por lo que antecede se verá que la función de medición del tiempo se lleva a cabo exclusivamente disponiendo una fuente radioactiva, contando todas a una cierta 20 proporción de las emisiones radioactivas por vía electrónica, y convirtiendo la frecuencia de cómputo en una frecuencia más baja, de mejor utilización, también enteramente por medios electrónicos. Los dispositivos contadores y los circuitos de división del cómputo son todos ellos bien 25 conocidos en la técnica y son capaces de ser incorporados en estructuras físicas pequeñísimas y que, por tanto, pueden usarse en relación con estructuras cronométricas de tamaño muy pequeño. De hecho, y a causa de la naturaleza electrónica del sistema, no es siquiera esencial que todo el circuito esté contenido dentro de la caja del reloj; por ejem- 30



5 plo, el circuito divisor de cómputo podría formar parte de una pulsera o cinta del reloj. Las funciones de exactitud de la indicación del tiempo serán realizadas de una manera muy precisa y segura, con virtual independencia de cualesquiera condiciones ajenas, tales como vibraciones, golpes, temperatura y similares.

10 Se prevén medios para contar las emisiones radioactivas individuales desde una cantidad predeterminada de una sustancia radioactiva apropiada. Estas emisiones ocurren a un frecuencia nominal conocida, y las variaciones estadísticas aleatorias a partir de esa frecuencia nominal - de un instante a otro se cancelan entre sí a través de largos períodos de tiempo. Por tanto, la precisión de la indicación del tiempo por parte del cronómetro será satisfactoria y práctica.

15 Las emisiones que ocurren a la mencionada frecuencia nominal son contadas por medios contadores, y la salida de los medios contadores, que está a una frecuencia alta a fin de producir el grado de exactitud deseado, es transformada luego, de preferencia por circuitos electrónicos apropiados, en una frecuencia más baja que, usualmente es un submúltiplo conocido de la frecuencia de la salida de los medios contadores.

25 Esta salida final puede emplearse para accionar los medios indicadores de cualquier modo deseado, por ejemplo, por accionamiento mediante solenoide, excitación de un motor síncrono, tal como uno del tipo de histéresis, o excitación de un dispositivo indicador electrónico.

30 En el cronómetro electrónico descrito específicamente en lo que antecede, se emplea una sustancia radioac-



tiva con una cantidad muy sustancial de emisión de rayos beta, y es esta emisión de rayos beta la que se cuenta y proporciona los medios de medición del tiempo. Es una característica de la emisión de rayos beta el hecho de que ocurra a una amplia variedad de valores de energía sobre un espectro sustancialmente continuo, siendo débiles algunas de las emisiones, siendo otras muy enérgicas, y teniendo otras grados intermedios de intensidad.

Con el fin de controlar la cantidad de radiación beta que ha de contarse, y calibrar de este modo un sistema de medición del tiempo en el dispositivo antes bosquejado, se incluye un dispositivo (discriminador de la intensidad de los impulsos) en los medios contadores, que ajusta un valor de energía mínimo, por debajo del cual no son contadas las emisiones radioactivas; solamente son contadas las emisiones que tengan un valor de energía superior a ese valor predeterminado.

Se ha visto, en un desarrollo adicional del invento, que la acción de tal discriminador de la intensidad de los impulsos, al menos en el actual estado de la técnica, es muy sensible al voltaje, es decir, que, si el voltaje que excita al discriminador varía, el valor de energía al cual opera el discriminador para rechazar los impulsos de valor inferior y dejar pasar los impulsos de valor superior, cambiará también.

Un cambio en el límite del valor de energía afectará al número de impulsos que son contados en realidad en un período de tiempo dado, y así, afectará a la indicación del tiempo por el dispositivo. De este modo, con contadores de rayos beta, la acción del discriminador de intensidad de



Los impulsos afecta críticamente a la precisión del cronómetro. Por tanto, como la fuerza de la pila de voltaje u otro manantial de corriente para los circuitos electrónicos puede variar, variará la precisión del cronómetro. Con relojes de pulsera, en que el manantial de corriente debe -  
5 llevarse junto con el reloj y debe ser pequeño, este problema es muy importante y molesto.

Por consiguiente, otras realizaciones del presente invento que describimos aquí proporcionan un cronómetro del tipo que funciona sobre el principio del cómputo de la radiación de una fuente radioactiva adecuada, cuya precisión es sustancialmente independiente sobre un amplio margen de variaciones del voltaje de alimentación. Para ello, la fuente de radiaciones empleada es una que produce un tipo dado de radiación a un valor de energía sustancialmente constante y es esa radiación la que es contada para los fines de la medición del tiempo.  
10  
15

El circuito discriminador de la intensidad de los impulsos puede emplearse todavía, en dichas otras realizaciones, especialmente cuando la fuente radioactiva puede - tener la característica de emitir radiación a una pluralidad de valores de energía diferentes sustancialmente constantes y se desea el cómputo de menos de toda la radiación citada, pero, a causa de que los diferentes valores de energía están separados entre sí de una manera apreciablemente distante, las variaciones en el punto de corte del discriminador de la intensidad de los impulsos inherentes a los cambios -  
20 en el voltaje de alimentación no afectarán al número de los impulsos de radiación que son contados y, por tanto, no -  
25 afectarán de modo adverso a la precisión del dispositivo.  
30



Se ha visto que la radiación alfa y la radiación gamma satisfacen la exigencia del valor de energía sustancialmente constante y que hay diversas sustancias disponibles con períodos de semi-desintegración o vida a la mitad apropiadamente grandes que proporcionan radiaciones suficientemente discretas de los tipos alfa y gamma. En el actual estado de la técnica, no se prefiere la radiación alfa porque los dispositivos de estado sólido capaces de contar tal radiación tienen una vida útil relativamente escasa.

Por consiguiente, se prefiere en la actualidad la radiación gamma. Sin embargo, ha de recalcar que esta preferencia para la radiación gamma no nace de cualquiera característica inherente a esa radiación gamma que sea diferente de la radiación alfa, sino que nace solamente de la disponibilidad de circuitos de cómputo apropiadamente pequeños, exactos, seguros y de larga vida útil.

El presente invento proporciona un aparato medidor de tiempo o cronómetro que comprende un alojamiento, una fuente de radioactividad en dicho alojamiento, un contador de radioactividad en dicho alojamiento en relación receptora de la radioactividad con dicha fuente y que tiene una salida eléctrica correspondiente a la frecuencia de recepción de radioactividad por él, medios de control conectados eléctricamente a dicha salida del contador de modo que sean accionados a una frecuencia que corresponde a dicha salida, y medios indicadores de la hora o tiempo conectados operativamente a dichos medios de control de modo que sean accionados por ellos.

Con el fin de que el invento pueda ser comprendi-



do mejor y llevado fácilmente a la práctica, será descrito ahora con referencia a los dibujos adjuntos, en los cuales:

5 La fig. 1 es una perspectiva tres cuartos de un reloj ilustrativo de acuerdo con el invento en el cual está incorporado el sistema de relojería del presente invento;

10 la fig. 2 es una vista en planta, a mayor escala, tomada horizontalmente a través de la caja del reloj de la fig. 1 y que ilustra una posición típica de las diversas partes electrónicas y mecánicas para una realización impulsada por trinquete-solenoides;

15 la fig. 3 es un diagrama funcional que ilustra una realización del sistema de relojería con indicación de la hora por medios mecánicos;

la fig. 4 es un diagrama funcional abreviado de una realización alternativa que tiene medios mecánicos de indicación de la hora; y

20 la fig. 5 es un diagrama funcional abreviado de, todavía, otra realización, entrando en juego en ésta medios totalmente electrónicos de indicación de la hora.

Haciendo referencia, en primer lugar, a la fig. 3, el corazón del sistema de medición del tiempo comprende una fuente radioactiva 2 que está en comunicación de la -  
25 emisión radioactiva con un dispositivo contador 4, de preferencia del tipo de estado sólido. Una puerta 6 está interpuesta entre la fuente 2 y el contador 4 a fin de controlar la proporción del número total de emisiones radioactivas que emanan de la fuente 2 y que llegan al contador 4. Como  
30 se indica en la fig. 2, estos tres elementos pueden estar -



encerrados dentro de una caja 8 para definir lo que podría denominarse "subconjunto radioactivo", estando ese subconjunto alojado dentro de una parte de una caja 10 de reloj o similar. La caja 8 debe ser de un material y de un grueso tales que sea capaz de contener toda la radioactividad dentro de sí misma, y de proteger su ambiente contra efectos indeseables cualesquiera.

La salida eléctrica del contador 4, que consistirá en una pluralidad de impulsos que ocurren a una frecuencia correspondiente a la frecuencia de las emisiones radioactivas percibidas por el contador 4, es transportada por la conexión eléctrica 12 al circuito accesorio que puede estar alojado dentro de la caja 14 de reloj mostrada en la fig. 2. Este circuito puede comprender un amplificador de impulsos 16 para asegurar una magnitud media de los impulsos de, por ejemplo, 0,5mV. La salida del amplificador 16 está conectada a un discriminador 18 de la intensidad de los impulsos, de preferencia provisto de un sistema de ajuste, indicado esquemáticamente en 20, que proporciona medios para la variación de la amplitud de los impulsos que se dejan pasar a través del discriminador 18 y aparecen en su salida 22. De acuerdo con el presente invento, el amplificador de impulsos 16 y el discriminador 18 de la intensidad de los impulsos son opcionales.

Por la elección apropiada de la cantidad de material radioactivo 2 presente, el ajuste o diseño de la puerta 6, y el apropiado ajuste del discriminador 18 de la intensidad de los impulsos, si se usa, la frecuencia de los impulsos en la salida 22 puede ser regulada de modo que dicha frecuencia corresponda estadísticamente, sobre cualquier



período de tiempo, salvo los pequeñísimos, a un valor nominal predeterminado, tal como de 16.384 impulsos por segundo. Debe observarse que los 16.384 impulsos por segundo representan una frecuencia específica de radiación característica. Considerando el error que puede esperarse, debe suponerse un orden de frecuencias de salida entre -  
5 20.000 y 30.000 impulsos. (El vocablo "impulso" se usa aquí de una manera genérica, y comprende cualquier variación cíclica sensible en la salida eléctrica).

10 La salida 22 del discriminador 13, a una frecuencia nominal conocida, como se ha indicado, es hecha pasar luego a través de una serie de contadores binarios o biestables 24, de preferencia transistorizados, que hemos mos-  
15 trado en número de catorce, conectados todos en serie entre sí. Como cada uno de los pasos 24 es biestable, cada uno tiene una frecuencia de impulsos de salida que es la mitad de su frecuencia de impulsos de entrada. Así, si, como se ha indicado, la entrada al primer paso de biestable 24 tie-  
20 ne una frecuencia de 16.384 impulsos por segundo, la entrada al segundo paso tendrá una frecuencia de 8.192 impulsos por segundo, la entrada al tercer paso tendrá 4.096 impul-  
25 sos por segundo, y así sucesivamente, como se ha indicado mediante números entre paréntesis en la fig. 3, hasta que la salida del último paso de biestable 24 tenga una frecuencia de impulsos de, por ejemplo, uno por segundo.

Esta salida, si fuera necesario, puede ser alimentada a un amplificador de corriente 26, y la salida del amplificador 26 puede ser alimentada a un medio indicador horológico 28, al que acciona. En la fig. 2, todos los cir-  
30 cuitos desde el amplificador de impulsos 16 al amplifica-



dor de corriente 26, se muestran alojados dentro de la caja o espacio 14, pero se apreciará que la totalidad o parte de ellos podrían situarse en otro lugar, tal como en una pulsera o cinta del reloj.

5

Los medios indicadores horológicos 28 específicamente mostrados en la fig. 2 comprenden un solenoide 30 conectado por hilos 32 a la salida del amplificador de corriente 26, siendo por tanto, el solenoide 30 excitado y desexcitado al ritmo de 1 período por segundo. El solenoide actúa sobre la armadura 34 montada a pivotamiento en 36 y cargada hacia la derecha por el muelle 38. La armadura 34 lleva una uña 40 que puede engranar con los dientes 42 de la rueda de trinquete 44. La rueda de trinquete 44 está conectada por cualquier tren de engranajes adecuado a las manecillas minuterá y horaria 46 y 48 respectivamente mostradas en la fig. 1. Se comprenderá que también puede emplearse, si se desea, un segundero.

10

15

20

25

Aún cuando en la fig. 3, la frecuencia de salida para el último paso 24 de biestable se muestra como de 1 impulso por segundo, se apreciará que esto es sólo ilustrativo. Por ejemplo, si hubiera de emplearse un segundero grande en el cronómetro, la frecuencia final de salida, de preferencia, debe ser al menos de 4 impulsos por segundo. Esto podría conseguirse, ya diseñando el sistema de modo que la frecuencia inicial fuera mayor, ya eliminando las dos últimas secciones de biestable 24 en el sistema mostrado en la fig. 3.

30

Como se ha indicado en la fig. 4, la salida del último circuito de biestable 24 con una frecuencia apropiada, tal como de 32 impulsos por segundo, podría utilizarse



para excitar un motor síncrono 50 que, a su vez, a través de un tren de engranajes apropiado 52, accionaría las manecillas minuterá y horaria 46 y 48.

5 La fig. 5 ilustra un sistema en el cual la indicación propiamente dicha de la hora es enteramente electrónica, difiriendo así de la realización de las figs. 1, 2 y 4, en las cuales la indicación de la hora se hace por medios mecánicos, a diferencia de los medios de medición del tiempo. En el sistema totalmente electrónico de la fig. 10 5, la salida del último biestable 24, amplificada apropiadamente según sea necesario, es alimentada a un circuito especial contador de impulsos 54 que tendrá una primera salida 56 con una frecuencia de, por ejemplo, 1 impulso por minuto. La salida 56 es alimentada a un segundo circuito 15 contador de impulsos 58 que tendrá una salida 60 de una frecuencia de 1 impulso por hora. Las salidas 56 y 60 son alimentadas a un panel indicador luminoso 62 que tiene dos grupos de indicaciones individualmente iluminables para señalar la hora, estando un grupo de indicaciones designado por el número de referencia 64 y representando minutos 20 y estando el otro grupo de indicaciones designado por el número 66 y representando las horas. Las salidas 56 y 60 respectivamente operan sobre los equipos indicadores 64 y 66 para iluminar selectivamente y por orden indicaciones 25 individuales de señalización, de una manera conocida. Por ejemplo, cada grupo indicador 64 y 66 puede comprender una matriz de diodos planos de silicio difundido, emisores de luz, tales como los usados en un equipo FLPA-200 de impulsos de luz, vendido por la Fairchild Semiconductor, de 30 Mountain View, California, EE.UU. De este modo, los valores



numéricos apropiados de minutos y horas serán indicados visualmente, bajo el control de la salida de impulsos del último paso biestable 24.

5 En las realizaciones que aquí describimos, la expresión "medios de control" queda ilustrada por el solenoi-  
 de 30 en la realización de la fig. 2, el motor 50 en la rea-  
 lización de la fig. 4 y los circuitos contadores de impul-  
 10 sos 54 y 58 en la realización de la fig. 5. Todos estos ele-  
 mentos son accionados a un ritmo correspondiente a la sali-  
 da del contador de radioactividad, indicando la palabra "cor-  
 respondiente" una relación que no tiene por qué ser idénti-  
 ca. Así, por ejemplo, se verá que situando los medios 24 de  
 15 circuito reductor de frecuencia y el circuito 18 discrimi-  
 nador de la intensidad de los impulsos (para rechazar to-  
 dos los impulsos cuya magnitud caiga fuera de un campo pre-  
 determinado) entre la salida del contador y los medios de  
 control, se está por completo de acuerdo con el vocablo -  
 "correspondiente".

20 El material usado para la fuente radioactiva 2  
 debe tener un período de semidesintegración suficientemen-  
 te largo, de modo que durante el tiempo en que se usa en  
 el cronómetro, su frecuencia de emisividad radioactiva sea  
 sustancialmente constante dentro de los límites de la exac-  
 titud de medición de tiempo deseada. Un período de vida a  
 25 la mitad de 10.000 años parecería ser un valor mínimo. Ade-  
 más, su emisión radioactiva debe ser de tal carácter que no  
 resulte perjudicial para las personas. Un elemento radioac-  
 tivo que satisface estos criterios es el tecnecio 99, que  
 tiene una vida a la mitad de 500.000 años y una energía -  
 30 beta máxima de 292.000 electrón-voltios. Este material es-



tá disponible comercialmente y se necesitan cantidades de él tan diminutas que su coste sería de unos 70 céntimos - por reloj.

Otra sustancia utilizable es el boro 10, que tie  
5 ne una vida a la mitad de 2.700.000 años y una energía be-  
ta de 560.000 electrón-voltios

Si se usan 1,5 micro-curios de Tc 99, resultará  
una emisión a la frecuencia nominal de  $5,5 \times 10^4$  rayos be-  
ta por segundo. Esta frecuencia de radiación no variará -  
10 de segundo a segundo en más de 1 parte por 100 y ese error  
es de naturaleza aleatoria o casual, siendo unas veces ma-  
yor y otras veces, menor, que su valor nominal. Si al con-  
tador 4 no llegan más de 20.000 rayos beta por segundo, -  
puede esperarse un error de no más de 20 segundos por mes  
15 en la precisión final del cronómetro.

El contador 4, de preferencia, es un dispositivo  
de estado sólido bien conocido en la técnica bajo el nom-  
bre de "contador desplazado al litio" o "contador F.I.N.".  
Estos dispositivos contadores de estado sólido tienen ca-  
20 racterísticas que son extremadamente estables con el tiempo  
y consumen sólo unos pocos micro-vatios de corriente. Uno -  
de estos dispositivos, actualmente disponible en el merca-  
do, produce una salida de 5 mili-voltios por cada MeV de -  
energía perdido en el contador por el impulso particular -  
25 detectado por él. Como la radiación beta media del Tc 99 -  
tendrá unos 100 KeV de energía a perder en el contador 4,  
la salida media de impulsos de tensión del contador 4 será  
de unos 0,5 mili-voltios, con una amplitud de impulso máxi-  
ma de aproximadamente 1,5 mili-voltios.

30 La cantidad de material radio-activo seleccionada



30

5 y la naturaleza y el diseño de la puerta 6 pueden ser tales que sea conseguido por el contador 4 el valor deseado de unos 20.000 recuentos por segundo. La puerta 6 puede comprender una pared impermeable a los rayos beta, pero provista de una ventanilla 6 (véase la fig. 2) a través de la cual pueden pasar los rayos beta, o puede comprender una o más hojas de pan de oro, como se indica esquemáticamente en la fig. 3.

10 Como el espectro de amplitud de los rayos beta que salen de la fuente 2 se extiende virtualmente desde energía cero a algún valor máximo característico, y como el amplificador de impulsos 16 tendrá un cierto nivel de ruido inherente, es necesario rechazar los rayos beta que tengan una amplitud cercada o inferior al nivel de ruido del amplificador. Esta es la función del discriminador 18 de intensidad de los impulsos cuando se usa una fuente de radioactividad de rayos beta. Naturalmente, que el hecho de rechazar rayos dará como resultado la reducción del número de impulsos que llega al primer paso de bi-estable 24 y, eligiendo cuidadosamente el valor de corte o de discriminación, la frecuencia de los impulsos que llegan a dicho primer paso de bi-estable 24 puede ser controlada con exactitud. Así, el discriminador 20 de la intensidad de los impulsos indicado esquemáticamente en la fig. 3, será ajustado, cuando se monta por primera vez el reloj, hasta que la frecuencia media de la salida 22 de los impulsos esté en el valor para el cual está específicamente diseñado el sistema (que hemos mostrado aquí como de 16.384 impulsos por segundo).

30 De acuerdo con los aspectos adicionales del pre-



5           sente invento, como se explicó en la introducción de esta Memoria, es también importante considerar que al menos parte de la radiación del material de la fuente 2 debe ser de un tipo que tenga un valor de energía sustancialmente constante. La radiación alfa y la radiación gamma son de este tipo. Como las intensidades de los impulsos detectados por el contador son aproximadamente uniformes cuando se cuenta una radiación alfa o gamma de energía sustancialmente constante, es también posible reemplazar uno o más de los contadores binarios por otros tipos de contadores que proporcionen una relación de cuenta en sentido inverso de 4:1 o 5:1.

15           Un elemento radio-activo que satisface estos criterios es el yodo 129, que tiene una vida a la mitad de algo más de millón y medio de años, una emisión de rayos gamma de un valor de energía de 39 KeV, y una actividad de aproximadamente 0,26 micro-curies por miligramo. Por tanto, en una aplicación típica se necesitarán sólo de 5 a 10 mg de esta sustancia. Tiene también una emisión de rayos beta -  
20           con un valor de energía máximo de 120 KV que, por tanto, puede distinguirse fácilmente de la radiación gamma.

25           En la práctica, se aplicaría el yodo 129 (en forma de yoduro de sodio, por ejemplo) a la parte superior de una caja metálica dentro de la cual está situado el contador 4, siendo el espesor de esa parte superior de la caja, suficiente para excluir prácticamente la salida de todos los electrones y permitir, al mismo tiempo, que pase una cantidad adecuada de rayos gamma. La pared de la caja funcionaría entonces, en todo o en parte, como la puerta 6. -  
30           El discriminador 18 de la intensidad de los impulsos podría



5 usarse perfectamente todavía, con el fin de eliminar todas, salvo un número despreciablemente pequeño, de radiaciones beta que pudieran pasar por la puerta 6. El valor de corte para el discriminador de la intensidad de los impulsos, estaría situado bastante lejos a un lado del valor de energía de radiación gamma de 39 KeV, de modo que los voltajes de alimentación cambiantes no perturbaran el cómputo.

10 Otra sustancia adecuada es el uranio 233, que tiene una vida a la mitad de 162.000 años. Este material tiene varias radiaciones de partículas alfa, la mayoría a un valor de energía de 4,82 MeV, y tiene también varias radiaciones de rayos gamma, a 43 KeV, 56 KeV y 99 KeV, respectivamente. Aquí de nuevo, se usaría el discriminador 18 de la intensidad de los impulsos para seleccionar uno o dos de los valores de la radiación gamma y excluir otros, y también para impedir la salida de las radiaciones de partículas alfa.

20 En los dos casos descritos, el discriminador de la intensidad de los impulsos no tendría un valor crítico de corte para la intensidad de los impulsos. El corte podría ocurrir a una distancia considerable a cada lado de su valor nominal sin afectar en modo alguno a la precisión del cómputo de la radiación, porque ninguna de las radiaciones a excluir está lo bastante cerca en valor de energía al valor de energía de las radiaciones a contar como para que su exclusión o su admisión sean afectadas por aquellas variaciones en el valor de corte que podrían ocurrir por variaciones normales en el voltaje de alimentación.

25

30 De este modo, la precisión del cómputo del sistema se hace



sustancialmente independiente de las variaciones del voltaje de alimentación.

5 Como hemos indicado antes en relación con las sustancias citadas a título ilustrativo: tecnecio 99 y boro -  
10, la cantidad del material radioactivo seleccionado, así como la naturaleza y el diseño de la puerta 6, serán tales que se consiga para la salida 22 el valor deseado de cómputos por segundo. La calibración puede lograrse, con las -  
15 sustancias ilustrativas yodo 129 y uranio 233, por la capacidad de ajuste de la puerta 6 o por el ajuste proyectado de cualquiera de los circuitos de reducción del cómputo.

De lo que antecede resultará evidente que la acción de medición del tiempo de los sistemas del presente invento es totalmente independiente de dispositivos mecánicos; en las realizaciones perfeccionadas, su precisión  
15 es sustancialmente independiente de variaciones importantes en el voltaje de alimentación. La acción de medición de tiempo se deriva de la conocida frecuencia de emisividad -  
20 radioactiva de la sustancia contenida dentro del sistema del cronómetro, preferiblemente a un valor de energía sustancialmente constante, variando la frecuencia de emisión -  
quizás de un momento a otro de una manera casual, pero siendo constante con una gran precisión cuando es promediada sobre períodos de tiempo suficientes.

25 Puede demostrarse que, usando una frecuencia de salida de 16.384 impulsos por segundo, hay un 95% de probabilidades de un error no mayor de 20 segundos por mes. Si se deseara mayor exactitud, se puede usar una mayor frecuencia inicial de los impulsos (una frecuencia inicial de los  
30 impulsos de 75.536 impulsos por segundo reduciría el error



por un factor de 2, pero exigiría la adición de dos circuitos biestables 24 más a fin de llevar la frecuencia de impulsos final para accionamiento del indicador a su valor deseado).

5                    Cuando se considera un orden de frecuencias de salida de 20.000 a 30.000 cómputos por segundo, como se mencionó antes, puede conseguirse un error de no más de 15 segundos por mes con una probabilidad del 98%, por ejemplo con las fuentes radioactivas yodo 129 y uranio 233.

10                   Todos los elementos operativos que entran en juego son conocidos e, incluso en el actual estado de la técnica están disponibles en tamaños tan pequeños y con exigencias de corriente tan bajas como para hacer posible su incorporación en cronómetros incluso del tamaño de un reloj de pulsera. Como los detalles de los circuitos individuales son bien conocidos, los circuitos han sido ilustrados en esta Memoria en forma de diagramas funcionales, como es usual.

15                   Aun cuando sólo se ha descrito un número limitado de realizaciones del presente invento de una manera específica, será evidente que pueden hacerse en ellas muchas variaciones, todas ellas dentro del alcance del presente invento, tal como se define en las siguientes reivindicaciones.

20                   Esta solicitud que corresponde a la presentada en los Estados Unidos de América, el día 12 de Julio de 1.967, con el número 652.899 (parcial), se acoge a los beneficios del artículo 51 del vigente Estatuto sobre Propiedad Industrial.



- N O T A -

Los puntos de invención propia y nueva que se -  
presentan para que sean objeto de esta solicitud de Patente de Invención en España, por VEINTE años, son los siguientes:

5                   1.- Un aparato para la medición del tiempo, caracterizado por una caja, una fuente de radioactividad en dicha caja, un contador de radioactividad en dicha caja, en relación receptora de la radioactividad con dicha fuente y que tiene una salida eléctrica que corresponde a la -  
10                   frecuencia de recepción de la radioactividad por él, medios de control eléctricamente conectados a dicha salida del contador de modo que sean accionados a una frecuencia correspondiente a dicha salida, y medios indicadores de la hora conectados operativamente a dichos medios de control de modo que sean accionados por ellos.

15                   2.- El aparato de la reivindicación 1ª, caracterizado porque dichos medios indicadores de la hora comprenden elementos mecánicamente movibles y porque dichos medios de control comprenden un mecanismo operado a una frecuencia que corresponde a la de dicha salida del contador.

20                   3.- El aparato de la reivindicación 2ª, caracterizado porque dicho mecanismo es operado intermitentemente, siendo su frecuencia de funcionamiento la de la ocurrencia de dichas intermitencias.

25                   4.- El aparato de la reivindicación 1ª, caracterizado porque dichos medios indicadores de la hora comprenden un dispositivo electrónico indicador por cifras que -



tiene indicaciones de las horas y los minutos, teniendo -  
dichos medios de control una salida eléctrica eficaz para  
controlar dichas indicaciones de las horas y los minutos.

5           5.- El aparato de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado porque dicha fuente de radioactividad es una fuente de radiaciones beta, siendo dicho contador de radioactividad un contador de rayos beta en relación receptora de las radiaciones beta con dicha fuente.

10           6.- El aparato de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado porque la salida de dicha fuente comprende impulsos cuya frecuencia de ocurrencia corresponde a la frecuencia de la radioactividad recibida por dicho contador de radioactividad.

15           7.- El aparato de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado porque la conexión eléctrica entre dicha salida del contador y dichos medios de control comprende unos medios de circuito reductores de la frecuencia, eficaces para tener una frecuencia de salida que es -  
20           una fracción predeterminada de la frecuencia de dicha salida del contador.

              8.- El aparato de la reivindicación 6, caracterizado porque la conexión eléctrica entre dicha salida del contador y dichos medios de control comprende medios para  
25           rechazar todos los impulsos cuya magnitud caiga fuera de un margen predeterminado, y medios de circuito reductores de frecuencia eficaces para tener una frecuencia de salida que es una fracción predeterminada de la frecuencia de los impulsos de dicha salida del contador.

30           9.- El aparato de cualquiera de las reivindicaciones



5 ciones 1 a 4, caracterizado porque la radioactividad produce radiación a un valor de energía sustancialmente constante, y porque dicho contador de radioactividad es eficaz para hacer que su salida corresponda en esencia solamente a la frecuencia de recepción de la radiación a dicho valor de energía.

10 10.- El aparato de la reivindicación 9ª, caracterizado porque dicha radiación a dicho valor de energía comprende radiación del grupo consistente en rayos alfa y gamma, y dicho contador de radioactividad cuenta esta radiación.

15 11.- El aparato de las reivindicaciones 9 a 10, caracterizado por medios, interpuestos entre dicha fuente de radioactividad y dicho contador de radioactividad, para proteger a este último de la radioactividad procedente de dicha fuente y que no consiste en dicha radiación a dicho valor de energía.

20 12.- El aparato de cualquiera de las reivindicaciones 9 a 11, caracterizado porqué dicho contador de radioactividad comprende medios perceptores del valor de energía, eficaces para hacer que solamente la radiación - que esté en esencia a dicho valor de energía afecte a dicha salida del contador.

25 13.- Un aparato para la medición del tiempo.

Tal y como se ha descrito en la Memoria que ante-

30



cede, representado en los dibujos que se acompañan y con los fines que se han especificado.

Esta Memoria consta de veinteseis hojas escritas a máquina, por una sola cara.

30 1968

Madrid,

P. A.

Alberto de Elorza  
Por D. U. U.



30

FIG. 1

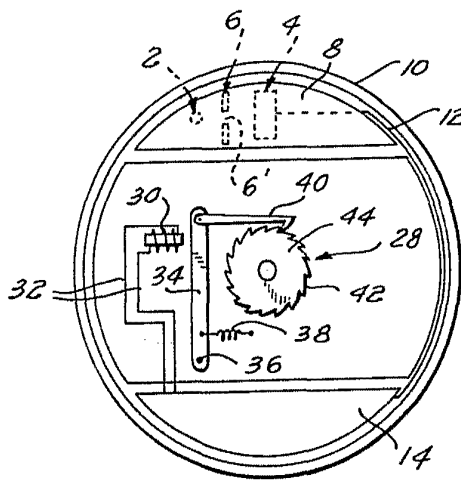
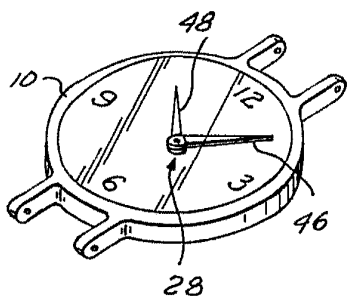
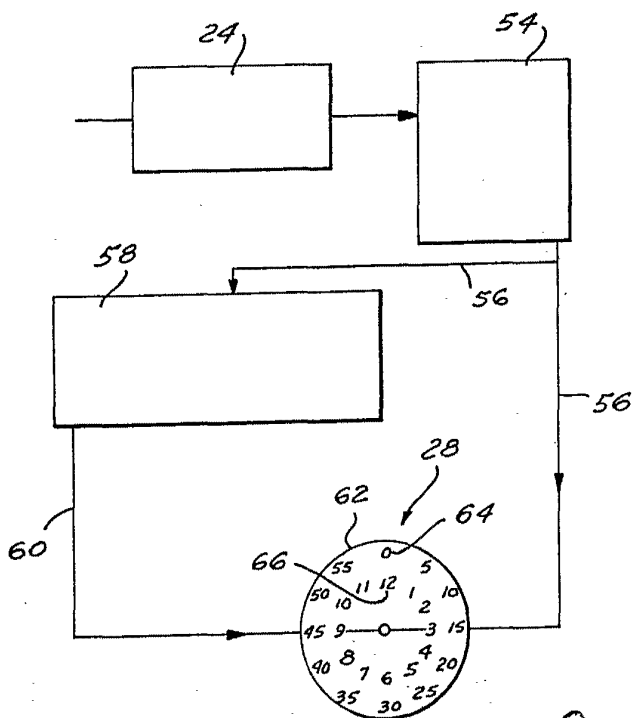


FIG. 2

FIG. 5



*Handwritten signature or initials.*

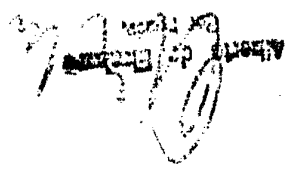


FIG. 4

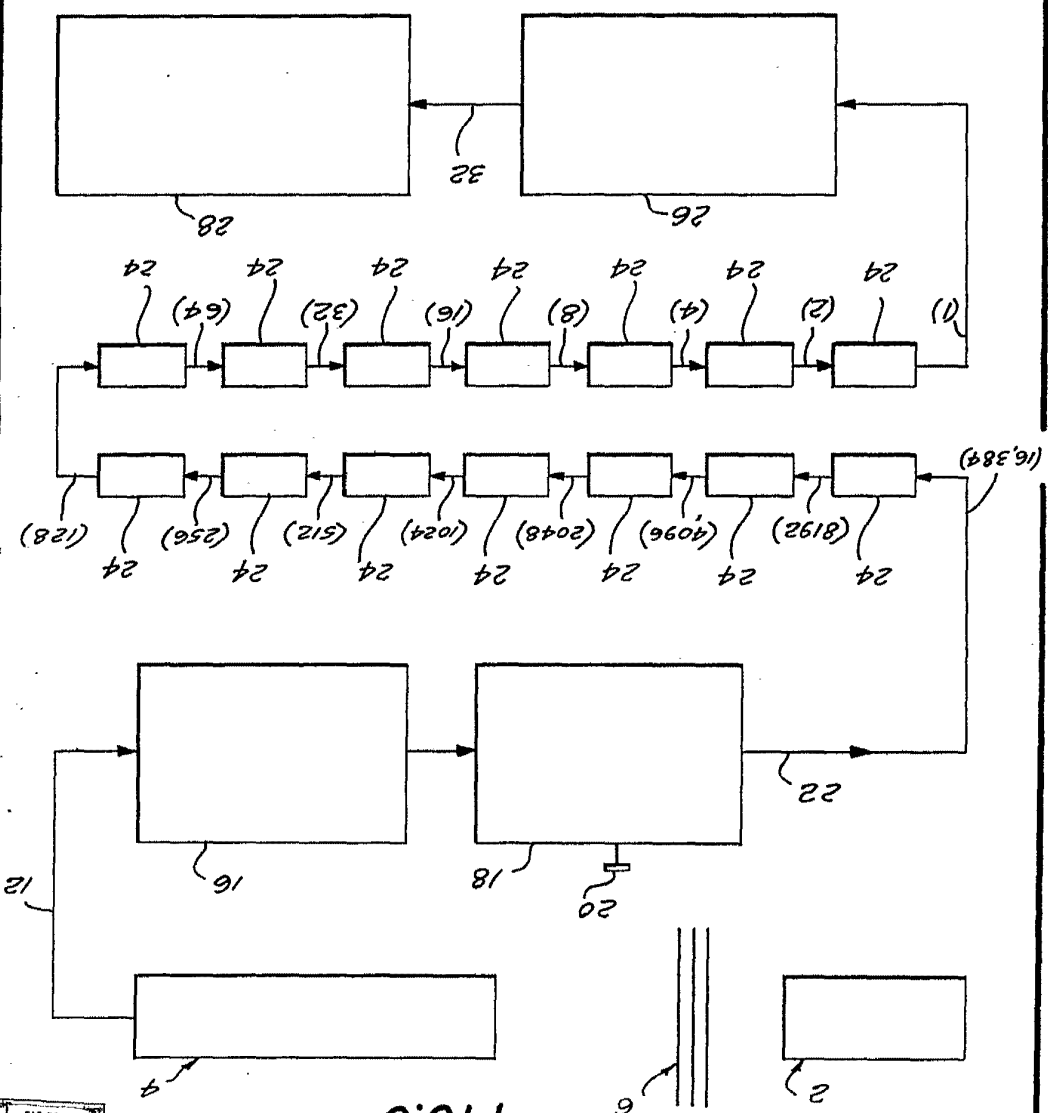
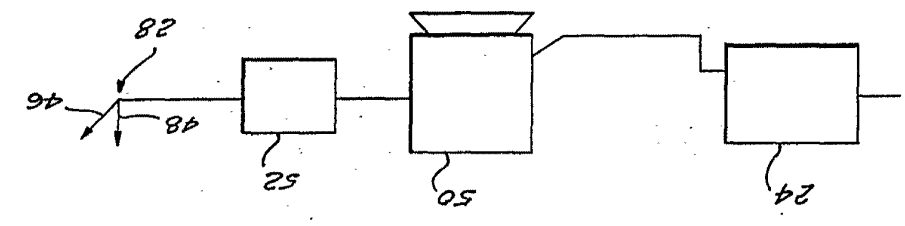


FIG. 3

