

SECCION TECNICA	
CLASIFICACION I. P. C.	
CLASE	G 04 G 21
SUBCLASE	d h



P A T E N T E **366013**
D E
I N V E N C I O N

por »PERFECCIONAMIENTOS EN RELOJES IMPULSADOS POR ENERGIA NUCLEAR» a favor de la firma suiza BAUMGARTNER FRERES, S.A. residente en Schmelzistraase 111 2540 GRENCHEN (suiza).

MEMORIA DESCRIPTIVA

5. Esta invención se refiere a un reloj impulsado por energía nuclear, en donde la radiación de una fuente radioactiva actúa sobre un elemento electrónico o contador para controlar el avance del reloj. Un reloj previo de este tipo se basa en el hecho de que una fuente radioactiva que tiene un período de vida media elevado libera un número igual de pulsaciones en un medidor de radiación durante cada unidad de tiempo, de tal forma que el contado de estas pulsaciones resultaría en una medida de tiempo muy exacta, particularmente



- sobre períodos largos. La dificultad es que para obtener suficiente exactitud dentro de intervalos de tiempo más cortos, se requiere una frecuencia de pulsación muy elevada con objeto de eliminar el error estadístico. Esto requiere una fuente radioactiva de intensidad relativamente elevada, que es de un valor Curie elevado, precisando un apantallado que no puede acomodarse posiblemente en un reloj de pulsera. Además se requeriría un contador de pulsación con relación de división relativamente elevada, cuya acomodación sería asimismo difícil en un reloj de pulsera. Con fuentes débiles, por ejemplo fuentes beta, sería posible proporcionar apantallados suficientes, pero el valor Curie requerido sería muy elevado para standards de seguridad usuales. En cualquier caso, se requiere asimismo una fuente de energía separada que produzca la potencia eléctrica.
- 5.
- 10.
15. En general se conoce, que la energía eléctrica puede ser producida por transformación termoeléctrica, radio-fotovoltaica o radiovoltaica. Sin embargo, todas las fuentes de energía previas de este tipo no son apropiadas para uso en un reloj, particularmente un reloj de pulsera por algunas razones. Tales fuentes de energía requieren fuentes radioactivas muy fuertes o tienen tiempos de vida muy bajos a causa de que algunos constituyentes son cambiados químicamente, o su voltaje y/o corriente no es apropiada para excitar los circuitos de un reloj.
- 20.
25. Es un objeto de esta invención equiparar el elemento que controla el avance del reloj, la fuente de energía nuclear que sirve para irradiar este elemento y una batería eléctrica excitada por la misma fuente de energía nuclear cuando son cumplidas todas las condiciones para uso de estos constituyentes en un reloj, particularmente en un reloj de pulsera. El reloj
30. de acuerdo con esta invención comprende en general una fuente



- de energía radioactiva con radiación beta, una batería nuclear para conversión directa de esta radiación beta en energía eléctrica, una ventana en la citada batería que permite el paso de un haz de radiación beta, un detector de pulsación eléctrica
5. en el citado haz de radiación, y un circuito eléctrico cronometrador controlado y excitado por la citada fuente de energía radioactiva a través del citado detector y batería respectivamente (reivindicación 1). Una batería tal como una batería de emisión secundaria o una batería de emisión directa así como
10. también un elemento electrónico irradiado para producir una frecuencia de cuenta o una frecuencia de cuenta apropiada para controlar el reloj puede excitarse apropiadamente mediante una fuente de radiación beta de nivel de energía relativamente bajo. Una posibilidad de utilizar una fuente nuclear del nivel de
15. energía relativamente bajo, es decir de 0,2 a 1 MeV es ventajosa en que ni en la batería ni en el elemento electrónico irradiado que puede ser un elemento semiconductor, pueden verificarse modificaciones del material. Por esta razón el sistema de acuerdo con esta invención es de un tiempo de vida muy elevado.
20. Esta invención se explicará ahora en detalle con referencia al dibujo que se acompaña, en el que:
- La figura 1 es una vista esquemática de una primera realización.
- La figura 2 ilustra un circuito modificado para uso
25. en una realización como se muestra en la figura 1.
- La figura 3 es un diagrama de otra realización.
- Las figuras 4 a 6 muestran formas modificadas del transductor electromecánico.
- El reloj ilustrado en la figura 1 tiene una batería
30. con una fuente 1 de radiación radioactiva, por ejemplo una pre-



paración apropiada de Ni 63 o Sr 40. Esta fuente tiene la forma de un disco delgado o capa entre dos placas 2 y 2' de óxido magnésico o de otro medio de emisión apropiado. Las placas 2 y 2' de óxido magnésico tienen un grosor de 0,4 mm como un ejemplo. Se prevé un electrodo colector 3,3' exteriormente a cada una de las placas de emisión 2 y 2' respectivamente. El espacio entre placas 2 y 3 ó 2' y 3' puede ser del orden de 0,03 mm. El espacio entre placas 2 y 3 y entre placas 2' y 3' está vacío.

10. Para este fin la batería hecha de las partes 1 a 3 puede acomodarse en una caja vacía sellada. Las placas 2 y 2' se conectan a un conductor común 4 mientras que las placas 3 y 3' se conectan a un conductor 5.

15. Las placas 2 y 3 tienen ventanas 6 y 7 respectivamente que se cubren entre sí. Estas ventanas forman un conducto a través de las cuales se emite la radiación beta desde la fuente 1 a un elemento semiconductor 8. Se utiliza un elemento semiconductor que tiene una frecuencia de recombinación marcada bajo la acción de una radiación beta. De preferencia se utiliza un elemento contador pn. Se conecta en serie con una bobina de acoplamiento 9 entre los conductores 4 y 5 de la batería. La bobina 9 se acopla con la bobina de un circuito oscilante 10 ajustado a la frecuencia de recombinación del elemento 8. La oscilación de resonancia de la frecuencia de recombinación o frecuencia contadora en el circuito 10 se amplifica mediante un transistor 11 y se aplica a la entrada de un divisor de frecuencia o divisor de pulsación 12 del cual la salida se conecta a la bobina actuadora 13 de un trinquete a pasos 14 por el cual es impulsada una rueda de trinquete 15. Las manecillas del reloj o de un contador se impulsan desde la rueda de trinquete a través de un engranaje en una forma bien conocida en el arte.
- 20.
- 25.
- 30.

- 5 - 366013



Un diafragma ajustable 16 se dispone entre el elemento 8 y ventana 7 para regular el haz de radiación que alcanza el elemento 8.

El funcionamiento del reloj es como sigue:

5. La radiación beta de la fuente 1 que entra dentro de las placas de emisión 2 y 2' libera números elevados de electrones secundarios de los cuales la energía tiene un nivel tal que los electrodos de colector 3 y 3' son cargados a un voltaje apropiado. Como se mencionó anteriormente, puede utilizar
 10. una fuente radiactiva con nivel de energía relativamente bajo, es decir 0,2 a 1 MeV, por ejemplo Ni 63. Es suficiente una fuente de aproximadamente 20 mC. La energía eléctrica de la batería es apropiada y suficiente para excitar el elemento semiconductor 8, transistor 11 y el divisor 12.
 15. La figura 2 ilustra una modificación del reloj de la figura 1 con un circuito electrónico simplificado. Un miembro de capacidad de resistencia 19 se conecta en serie con la bobina 9. Puede servir para regular la frecuencia ya que al cambiar la capacidad del miembro de capacidad de resistencia conectado
 20. en serie con la capacidad del elemento 8, es posible un cambio y ajuste de la frecuencia. Una armadura 17 que se proyecta dentro de la bobina 9 se suspende por medio de los brazos de paralelogramo 18. El trinquete a pasos 14 se monta sobre la armadura 17. Los elementos 10-13 de la figura 1 se omiten en esta
 25. modificación simplificada.
- Son factibles otras modificaciones de la realización de la figura 1. Las partes 2 y 3 pueden ser de forma cilíndrica en lugar de ser planas como se describe anteriormente. En este caso, una fuente de radiación en la forma de una barra se
30. acomoda en un cilindro hueco de material de emisión. Pueden uti-



lizarse otros materiales no solo para la fuente de radiación sino también para el medio de emisión.

En lugar de la batería electrónica secundaria como se muestra, puede utilizarse una batería semiconductor con unión pn, por lo que la fuente de radiación, por ejemplo Sr 90 se sitúa entre dos cristales mixtos apropiados forzados de tipo, pn o tipo np, y en donde pueden producirse hasta 10^4 pares de electrones y orificios por cada partícula beta, que tiene una energía, en el orden de 0,2 MeV. Para una intensidad de la fuente en el orden de 20 mC, puede obtenerse un voltaje de 0,2 V y una corriente de $4 \cdot 10^{-6}$ A. Por conexión en serie de dos fuentes de este tipo y de un contador semiconductor apropiado, puede obtenerse un circuito que actúa en la forma descrita anteriormente en relación con la figura 1.

Además la batería mostrada en la figura 1 puede utilizarse en cualquier otro campo de aplicación.

En la realización mostrada esquemáticamente en la figura 3, se utiliza una batería 20 en donde se verifica efecto de emisión no secundario epro el electrodo colector está cargado directamente por la radiación beta de la fuente radioactiva en una forma de por sí bien conocida. Puede utilizarse cualquier fuente de radiación apropiada, de preferencia H3. Con diseño apropiado de la batería, se obtiene un voltaje en el orden de 300 V. Como se indica en la figura 1, el electrodo colector (no mostrado) de la batería 20 tiene una ventana a través de la cual se dirige una radiación beta hacia un tubo contador 21. La toma 22 de un potenciómetro 23 se conecta a través de un diodo 24 a un condensador 25. Este condensador 25 puede descargarse a través de un elemento de disparo apropiado 26, por ejemplo un tubo de descarga de gas o un diodo de Sener y una bobina 27 arrollada

366013 - 7 -



sobre un núcleo 28 que actúa en una armadura que lleva un trinquete de pasos 30. Una rueda de trinquete 31 puede ser avanzada por el trinquete 30 en una forma explicada en conexión con la figura 1 para impulsar las manecillas de un cronómetro del reloj.

5.

Por medio de un diafragma 32 dispuesto entre la ventana de la batería 20 y el tubo contador 21, el haz de radiación beta se ajusta de forma que el tubo contador 21 actúa dentro de una gama de frecuencia apropiada. Es conocido que los tubos contadores tienen una frecuencia límite superior o frecuencia de saturación por encima de la cual ya no es posible el contado debido a ionización continua del gas en el tubo, ocasionando esto el cortocircuitado continuo del tubo. Prácticamente, la frecuencia de contado se ajustará por ejemplo a

10.

15.

100 pulsaciones por segundo. Con una corriente a través del diodo 24 de 10^{-10} A, un condensador 25 de 10^{-8} F se carga en un segundo a unos 60 voltios, siendo la carga del orden de 10^{-8} As. El voltaje de ignición del elemento 26 se ajusta a unos 60 voltios de forma que el condensador 25 se descarga al final

20.

de cada segundo a través del elemento 26 y bobina 27. Una pulsación de corriente del orden de 10^{-8} A producirá una fuerza en la armadura 29 del orden de 4 mg a 15 Gauss y una superficie de núcleo de 40 mm^2 . Esta fuerza es suficiente para accionar el trinquete de pasos 30 y avanzar la rueda de trinquete 31

25.

con el engranaje del reloj. El mecanismo del reloj es así avanzado por un paso por segundo. La potencia extremadamente baja de régimen de la batería se acumula en el condensador 25 durante el intervalo de tiempo de un segundo y la energía acumulada es suficiente para avanzar el mecanismo del reloj por un paso

30.

por segundo.



El ajuste de cronometraje apropiado es posible en dos formas. Básicamente el intervalo entre pulsaciones de pasos que se suceden pueden ajustarse por el número de pulsaciones contadas que se realizan por segundo, es decir por ajuste

5. de la intensidad del haz de radiación beta por medio del diafragma 32. Otro ajuste es posible al cambiar el voltaje de la pulsación transmitido al condensador 25 por ajuste de la relación del potenciómetro 23.

La figura 4 ilustra un transductor electromecánico algo modificado, teniendo las partes similares, los mismos números de referencia que en la figura 3. La armadura 29 es un resorte laminar que tiene elevada elasticidad fijado en una pata del núcleo 28 y que lleva un peso calibrado 33 en su otro extremo. La frecuencia de resonancia de esta armadura de resorte se ajusta al doble de la frecuencia de pulsación en la bobina 27 o cualquier otro múltiplo de esta frecuencia de pulsación.

10. Cuando un sistema oscilante mecánico de factor Q relativamente elevado se utiliza, su oscilación puede ser mantenida apropiadamente por una frecuencia de pulsación que es substancialmente inferior que la frecuencia del sistema oscilante mecánico.

15. Esta frecuencia puede ser del orden de 50 c/s.

20.

La figura 5 ilustra otra modificación en donde la oscilación de una horquilla sintonizadora 34 se mantiene mediante las pulsaciones que fluyen en la bobina 27 arrollada sobre un núcleo especial 35. La horquilla de sintonización 34 tiene un trinquete 30 para avanzar la rueda de trinquete 31.

25.

En lugar de un transductor electro-dinámico o electromagnético como se muestra en las figuras 1 a 5, puede utilizarse un transductor electroestático como se muestra esquemáticamente en la figura 6. Este transductor tiene dos electro-

30.



dos planos 36 y 37 fijados a un bastidor 38. Por lo 1
electrodo inferior 37 es una membrana de material elástico.
Un trinquete de pasos 30 que empuja la rueda de trinquete 31
se fija en el electrodo inferior 37. Los electrodos 36 y 37
5. están equipados con conductos 39 y 40 respectivamente.

El transductor electroestático, mostrado en la figura 6, puede conectarse en el circuito mostrado en la figura 3 en lugar de la bobina 27. Cuando se aplica una pulsación de 60 V y 10^{-8} A desde el condensador 25 a través del elemento de disparo 26, el transductor mostrado en la figura 6 producirá asimismo una fuerza del orden de 4mg. previsto que tiene una capacidad del orden de $2 \cdot 10^{-13}$ F o una superficie de 16 mm^2 y una distancia entre electrodos 36 y 37 de 1 mm. Por esta fuerza, el electrodo elástico inferior 37 se dobla hacia adentro hasta que los contactos de descarga 39 y 40 se tocan entre sí por lo que el condensador 25 se descarga, Entonces el electrodo 37 vuelve de nuevo a su posición inicial, por lo que la rueda de trinquete 37 es avanzada por un paso mediante el trinquete 30. Cuando el transductor de la figura 6 se utiliza en lugar de bobina 27 en la figura 3, el elemento de disparo 26 puede omitirse. Es obvio que con la carga incrementada del condensador 25, el electrodo 37 debería doblarse más y más hacia el electrodo 36 hasta que los contactos 39 y 40 se tocasen entre sí y descargasen el condensador 25. Ya que los contactos 25. 39 y 40 se tocarían siempre entre sí al mismo voltaje, es obvio que el transductor de la figura 6 puede reemplazar el elemento de disparo 26.

Sin embargo, el transductor electroestático de la figura 6 puede conectarse asimismo directamente entre la toma 22 30. del potenciómetro 23 y el terminal 41 del circuito mostrado en



la figura 3, por lo que los elementos 25 a 27 de aquel circuito se omitirán. Los contactos 39 y 40 del transductor pueden asimismo omitirse. El electrodo 37 que lleva el trinquete de pasos 30 oscila ahora a la frecuencia de las pulsaciones producidas por el tubo contador. En este caso, los electrodos 36 y 37 pueden tener una superficie del orden de 20 mm^2 y pueden estar espaciados entre sí por $0,1 \text{ mm}$. Con un voltaje por pulsación de 100 V , puede producirse una fuerza del orden de 5 mg , a una velocidad de $0,02 \text{ cm/s}$. La potencia es del orden de $5 \cdot 10^{-9} \text{ ws}$ o $5 \cdot 10^{-5} \text{ cmgs}$. Esto es suficiente para impulsar un trinquete de pasos y una rueda de trinquete con el engranaje del reloj.

- . -

N O T A

Descrito el objeto del presente invento, se declaran como nuevas y de propia invención las siguientes reivindicaciones con prioridad de la solicitud de demanda suiza nº 5663/68 del 17 de abril de 1.968.

1.- Perfeccionamientos en relojes impulsados por energía nuclear, caracterizados por comprender una fuente de energía radioactiva con radiación beta, una batería nuclear para conversión directa de esta beta en energía eléctrica, una ventana en la citada batería que permite el paso de un haz de radiación beta, un detector de pulsación eléctrica en el citado haz de radiación, y un circuito eléctrico cronometrador controlado y excitado por la citada fuente de energía radioactiva a través de los citados detector y batería respectivamente.

2.- Perfeccionamientos, según la reivindicación 1, ca-



caracterizados por comprender un detector semiconductor y un circuito eléctrico apto para la selección de la frecuencia de recombinación del citado detector semiconductor.

5. 3.- Perfeccionamientos, según la reivindicación 1, caracterizados por comprender una fuente de energía radioactiva que tiene un nivel de energía de a lo menos aproximadamente 0,2 a 1 MeV, por ejemplo Ni 63.

10. 4.- Perfeccionamientos, según la reivindicación 1, caracterizados por comprender una fuente radioactiva de a lo menos aproximadamente 20 mG.

5.- Perfeccionamientos, según la reivindicación 1, caracterizados por comprender una batería de emisión secundaria.

15. 6.- Perfeccionamientos, según la reivindicación 5, caracterizados por comprender MgO que tiene un grosor de a lo menos aproximadamente 0,4 mm como medio de emisión secundario.

20. 7.- Perfeccionamientos, según la reivindicación 1, caracterizados por comprender un diafragma dispuestos entre la citada ventaja y el citado detector para regular la intensidad del citado haz de radiación.

25. 8.- Perfeccionamientos, según la reivindicación 2, en los que la citada fuente radioactiva es una capa dispuesta entre dos placas de medio de emisión secundario, y un electrodo colector se asocia con cada una de las citadas placas de medio de emisión secundaria, pasando cada haz a través de las ventanas que cubren entre sí una de las citadas placas de medio de emisión secundaria y uno de los citados electrodos de colector, estando dispuesto un diafragma entre las citadas ventajas y el citado detector semiconductor.

30. 9.- Perfeccionamientos, según la reivindicación 2, en



los que el citado detector semiconductor es un contador pn.

- 10.- Perfeccionamientos, según la reivindicación 2, caracterizados por comprender un filtro, tal como un circuito oscilador, para la selección de la frecuencia de recombinación.
5. 11.- Perfeccionamientos, según la reivindicación 2, caracterizados por comprender un divisor de frecuencia para la reducción de la frecuencia de recombinación.
10. 12.- Perfeccionamientos, según la reivindicación 2, caracterizados por comprender un circuito de capacidad de resistencia conectado en serie con el elemento semiconductor.
- 13.- Perfeccionamientos, según la reivindicación 12, en los que el circuito de capacidad de resistencia comprende un condensador variable.
15. 14.- Perfeccionamientos, según la reivindicación 2, caracterizados por comprender una bobina conectada en serie con el citado detector semiconductor, adaptándose la citada bobina para impulsar un trinquete paso a paso.
20. 15.- Perfeccionamientos, según la reivindicación 1, caracterizados por comprender una batería electrónica secundaria que tiene una unión pn, situándose la fuente de energía radioactiva entre cristales mixtos del tipo pn o de tipo np.
25. 16.- Perfeccionamientos, según la reivindicación 1, caracterizados por comprender una batería de alto voltaje conectada en serie con el citado detector de pulsación, un condensador apto para cargarse por cada pulsación liberada por el citado detector, conectándose el citado condensador a la entrada de control de un disparador, liberándose el citado disparador siempre que el potencial del citado condensador ha alcanzado un valor predeterminado, por lo que el citado condensador se descarga y se transmite una pulsación de impulso a un sistema impulsor
- 30.

electromecánico.

366013



5. 17.- Perfeccionamientos, según la reivindicación 16, caracterizados por comprender un potenciómetro conectado en serie con el citado detector, conectándose la derivación del citado potenciómetro al citado condensador.
10. 18.- Perfeccionamientos, según la reivindicación 17, caracterizados por comprender un diodo conectado entre la citada derivación y el citado condensador.
15. 19.- Perfeccionamientos, según la reivindicación 16, caracterizados por comprender un sistema de impulsión electrostática que tiene placas de condensador, de las cuales a lo menos una es desplazable y se acopla con un trinquete de paso a paso.
20. 20.- Perfeccionamientos, según la reivindicación 19, en los que la citada placa de condensador desplazable es una parte de un oscilador mecánico sintonizado a la frecuencia de las pulsaciones de impulsión.
25. 21.- Perfeccionamientos, según la reivindicación 10, en los que el citado detector de pulsación es un tubo contador conectado en serie con la batería de alto voltaje y con el citado sistema impulsor electrostático que incluye un condensador, siendo este condensador parte de un circuito de capacidad de resistencia conectado en serie con el tubo contador.
30. 22.- Perfeccionamientos, según la reivindicación 19, en los que el citado sistema impulsor electrostático tiene contactos interruptores que cortacircuitan y descargan las citadas placas de condensador siempre que el condensador haya sido totalmente cargado y contraído por su carga.
- 23.- Perfeccionamientos en relojes impulsados por energía nuclear.



Según se describe y reivindica en la presente memoria descriptiva que consta de 14 hojas foliadas escritas a máquina por una sola de sus caras y acompañadas de los dibujos reglamentarios.

Madrid, a 14 ABR. 1969

P.a.

JAIME ISERN

P. P.

Firmado: JOSE RODRIGUEZ

CAR 16795



FIG. 1

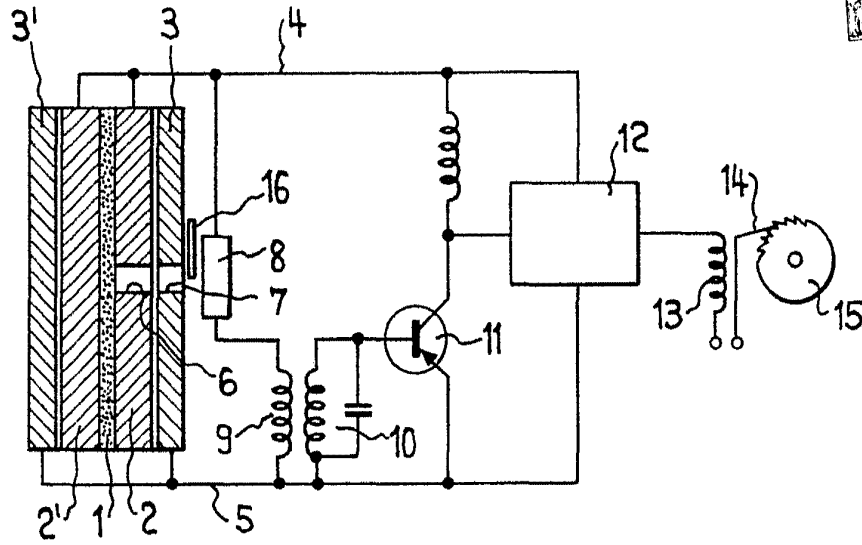


FIG. 2

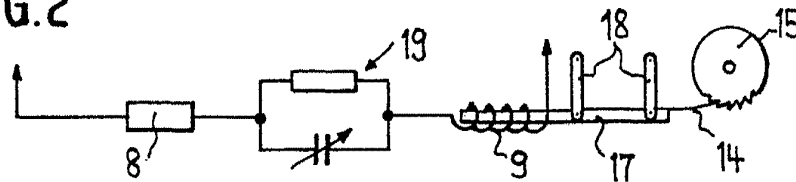


FIG. 3

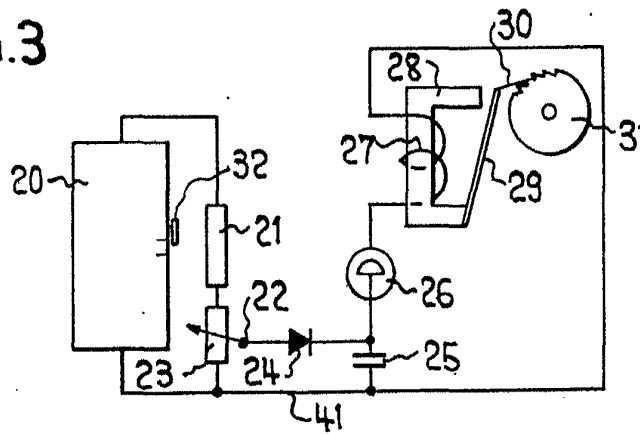


FIG. 4

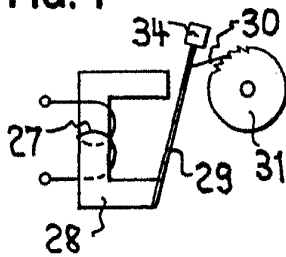


FIG. 5

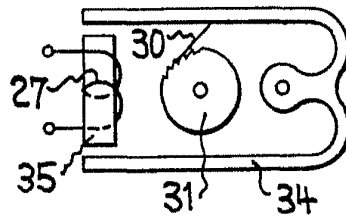
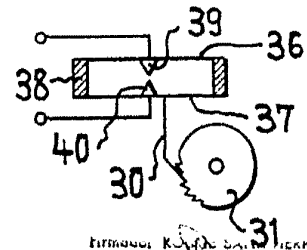


FIG. 6



Ermano K. M. S. A. P. I. K. K. K. U.

Madrid, a 10 ABR 1968
p.a. JAIMÉ ISABEL
11 01