

eléctricas y electrónicas y los cuidados que requieren

(Continuación - Véanse los números 5-6/1965, 4-6/1966 y 1/1967 de la « Revista suiza de relojería y joyería »)

por L. M. Loske

El reloj eléctrico de pulsera

El reloj de pulsera movido eléctricamente ha planteado problemas importantes al relojero, ya sea operario o industrial. Desde un principio y hasta el de pulsera automático, preciso como

un cronómetro y fabricado en grandes series, ha hecho surgir problemas de mecánica pura y de algunas ciencias afines, como la metalurgia, la física y la astronomía.

No son para la relojería el resultado de una evolución normal los nuevos

relojes movidos por la electricidad ni, sobre todo, la aplicación de fenómenos electrónicos; tanto unos como otros exigen que se penetre en un nuevo campo de la ciencia y de su utilización. Ya no quedan sino las pequeñas dimensiones y la medida del tiempo.

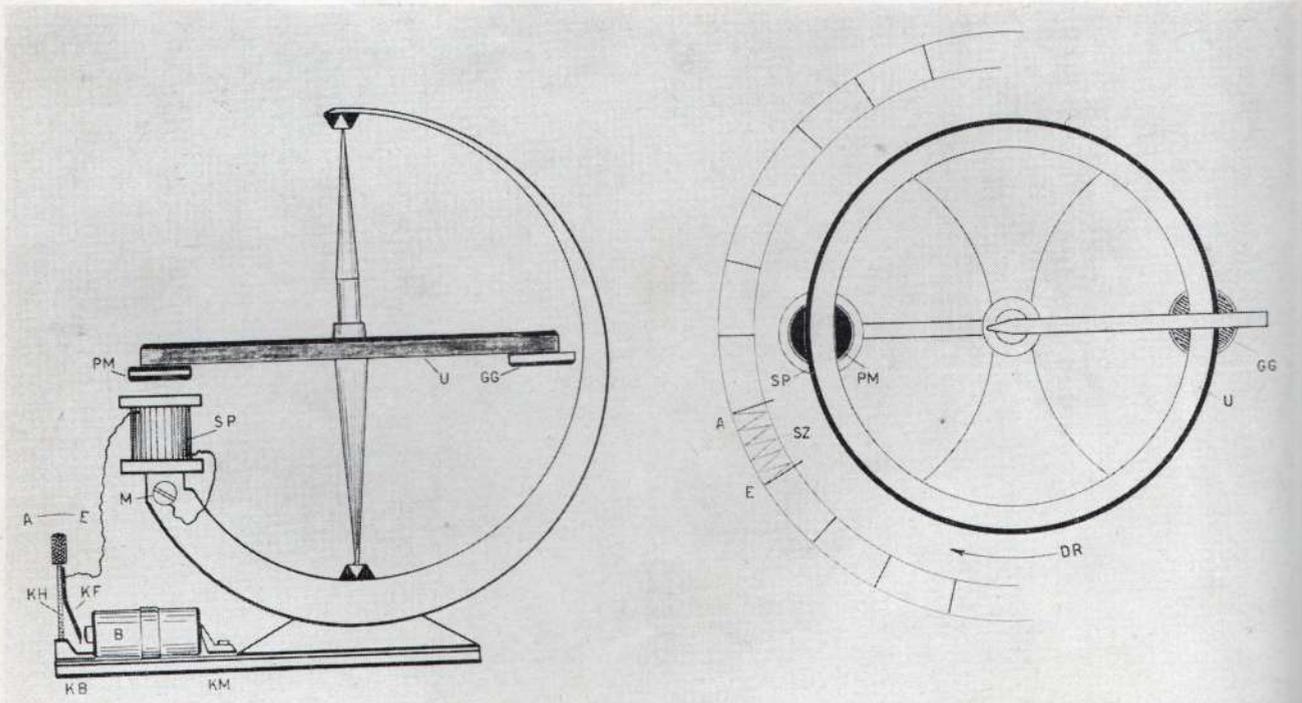


Fig. 64. Representación esquemática de un modelo para la explicación de los principios fundamentales de los relojes eléctricos de pulsera con contacto mecánico (a la izquierda, visto de lado; plano a la derecha). El volante U, móvil alrededor de su eje, está montado en un aro sujeto por un pie. El imán permanente PM y el contrapeso GG, diametralmente opuestos, están fijados en la cara inferior del aro del volante. El contrapeso es de latón, bronce o plomo, pero jamás de un metal magnético. Bajo la trayectoria de PM se ha fijado la

bobina SP; un extremo del hilo de la misma llega a la masa en M. La pila B está enlazada con la masa, y por consiguiente con la bobina, por el borne KM que es el polo negativo. El otro extremo del hilo de la bobina, montado en la palanquita KH, está aislado; al empujar la palanquita hacia la derecha, se produce el contacto con el polo positivo de la pila y se cierra el circuito. Alrededor de la bobina aparece un campo magnético el cual puede atraer o repeler al imán permanente que pasa por encima de la bobina.

Principio fundamental del reloj eléctrico de pulsera

Para saber lo que es la máquina del reloj eléctrico de pulsera se recomienda no basarse en la transformación de la máquina del reloj mecánico. Vale más partir de la nueva máquina. No se trata en este caso de un cambio en la construcción ya que las máquinas eléctricas de reloj se apoyan en otros principios.

Las figuras 64 y 65 representan esquemáticamente el principio básico de todos los relojes eléctricos de pulsera del primer período en el que estos relojes tenían un contacto mecánico. Más tarde el contacto fue reemplazado por elementos electrónicos (transistor). Tienen por base el principio fundamental representado en las figuras 64 y 65, y con más detalle en las figuras 67 y 68, los relojes Ebauches L 4750 y L 4751, Lip R 27, Universal 60, Hamilton 500 y 501, Durowe 861 y otros.

A primera vista no parece que se haya aplicado el mismo principio en todos ellos y, sin embargo, es así. Tales calibres son aplicaciones técnicas diferentes que, al no fijarse bien en ellos, puede pensarse que los principios de base son distintos. Es muy sencillo lo que muestran las figuras 64 y 65. Y, sin embargo, nos dan a conocer, poco más o menos, el mecanismo completo básico de la máquina eléctrica de reloj.

Si se empuja un poquito el volante **U** (fig. 64) en el sentido de la flecha, conserva el mismo sentido de rotación y los imanes permanentes **PM** ajustados en el aro del volante pasarán por encima de la bobina **SP**. La palanquita **KH** montada en la platina, pero aislada, puede ser empujada hasta **E** y cerrar entonces el circuito en **KB**, entre la pila **B** y la bobina **SP**. El polo **KM** de la pila se halla unido a la masa y eléctricamente a la bobina hacia **M**, gracias a la construcción metálica del

modelo. Al cerrarse el circuito eléctrico, la bobina produce un campo magnético capaz de atraer al hierro, al acero o, lo que es mejor, a un imán permanente. Si el circuito quedara siempre cerrado, la impulsión comunicada anteriormente al volante encontraría el obstáculo de la atracción de la bobina y del imán y cesaría el movimiento. Si el volante se moviera con gran velocidad daría tal vez varias vueltas antes de ser paralizado por el campo magnético. Lo importante en este caso es la potencia del campo y la distancia entre el imán permanente del volante **PM** y la bobina; la influencia es mayor cuanto más pequeña es la distancia.

En el dibujo que representa el plano del modelo (fig. 64) se ve una división con un campo **SZ** que empieza en **E** y termina en **A**. Es la zona en la que debe cerrar y abrir el circuito la palanquita de contacto **KH**. Cuando durante la rotación **PM** pasa

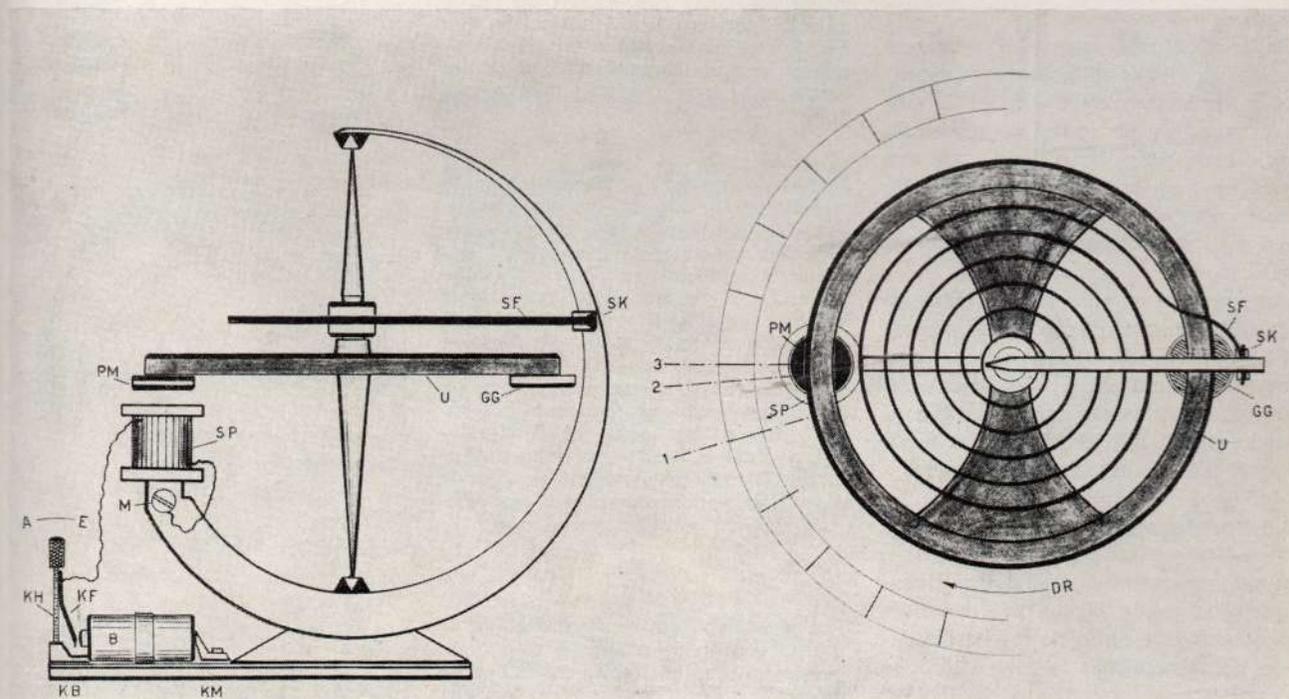


Fig. 65. «Modelo de escape» de la máquina del reloj eléctrico de pulsera. Modelo semejante al de la figura 64 pero con un espiral **SF** sobre el eje del volante y un pitón **SK** al que se ha sujetado el espiral. Los metales recomendados para la ejecución de este modelo de demostración son: latón o bronce para el pie y el soporte; acero para el árbol del volante; latón para el aro del volante (o aluminio y hasta plexiglás); latón o plomo para el contrapeso **GG**; laminillas de acero pegadas o mantenidas juntas con el imán **PM**. La bobina está

formada por un hilo enrollado a un cilindro no metálico (sin núcleo); está aislada la superficie de la palanquita **KH**; el muelle de contacto **KF** es de latón o de cobre mientras que el espiral es de bronce o de una aleación de níquel, pero jamás de acero.

a la zona **SZ**, la palanquita **KH** debe cerrar el circuito y abrirlo después. El campo magnético de la bobina desaparece rápido antes que haya llegado el imán a la parte media de la zona. Esta se halla tan cerca de la bobina que los campos magnéticos atraen todavía al imán, por lo que el volante recibe una impulsión electromagnética que se repite todas las vueltas si funciona bien la palanquita de contacto, de suerte que el todo viene a ser como un motor eléctrico. La regularidad de la rotación depende de la precisión de los cierres siguientes de contacto; la precisión concierne la duración del contacto y la distancia angular ante de la bobina. El volante será puesto en movimiento con tanta mayor rapidez cuanto más cerca se produzca el cierre del contacto y cuanto más corto sea. Por esto, es posible aumentar o disminuir la velocidad. Y hasta sin tocar el volante se puede ejercer una influencia sobre él en el sentido opuesto o hacerlo oscilar.

Las oscilaciones son mejores cuando se utiliza un espiral como el representado en la **figura 65**. No ha de emplearse nunca un espiral de acero; ha de ser de latón, de bronce o de una aleación de níquel. El espiral de acero estaría siempre bajo la influencia del imán permanente y deformado por él.

Aunque para comprender el fenómeno basta el examen atento de las **figuras 64 y 65**, sería de utilidad ejecutar este modelo, como trabajo semejante al de los modelos de escape de áncora o de gatillo que el maestro relojero puede considerar con noble orgullo.

La transformación

Examinemos las combinaciones bosquejadas en la **figura 66**, antes de proseguir el estudio de las posibilidades de transformar la fuerza electromagnética en movimiento.

En el reloj eléctrico de pulsera, el volante-espiral sigue siendo el órgano regulador pero las impulsiones para mantener las oscilaciones son electromagnéticas. Para la obtención de las impulsiones no hay, en principio, sino un medio único, aunque algunos calibres parezcan ajustarse a un nuevo

invento. La forma y la disposición de los elementos son diferentes y mueven a creer en la aplicación de otros principios.

En suma, hay una bobina y un imán permanente o un cuerpo imantado con intermitencia. Ambos órganos se mueven uno con relación al otro de tal manera que una corriente en la bobina acelera el movimiento, esto es, que tiene lugar una atracción magnética para conservar el movimiento oscilatorio del volante. Importa poco la disposición de los órganos; es igual que el imán permanente esté fijado en

351

Fig. 66. Combinaciones posibles entre la bobina y el imán. PM = imán permanente; TM = imán temporal; MS = bobina; NU = núcleo de la bobina. La disposición del imán y de la bobina es importante para obtener el efecto que se busca; la transformación de la fuerza electromagnética en movimiento. Las combinaciones **A** y **B** son buenas; la combinación **C** es buena pero funciona con poca fuerza; la combinación **D** no puede funcionar porque **PM** no puede moverse por encima del núcleo, ya que los dos están imantados. El núcleo se imanta siempre temporalmente en el momento en que la corriente pasa por la bobina.

352

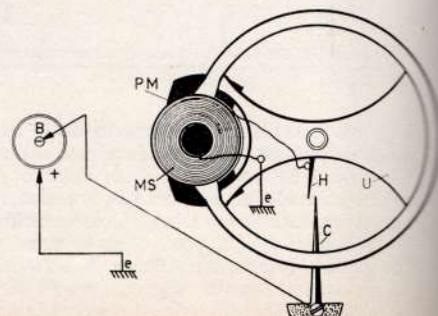
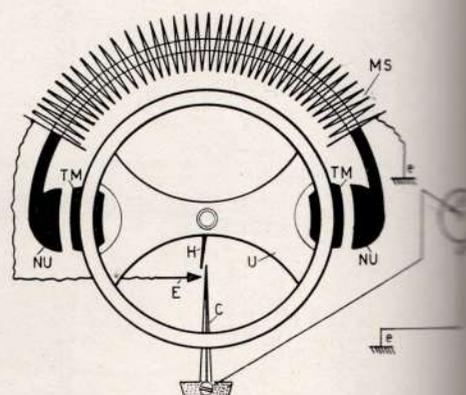
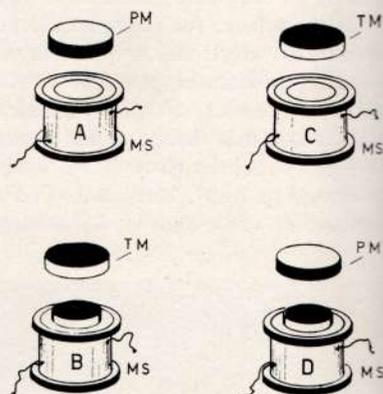
Fig. 67. Principio fundamental de la transformación de la energía electromagnética en energía cinética con la bobina fija. El volante lleva en **TM** dos masas opuestas que se iman con facilidad. En el mismo plano, pero fijada sobre la platina, hay una bobina **MS**, que rodea al volante, cuyos extremos son los núcleos salientes **NU**. Ninguna de estas piezas es un imán permanente. La bobina y el polo positivo de la pila están enlazados a la masa en **e**. El circuito se cierra con el polo negativo en contacto con **E**, **C-E**, cuando **H**, al moverse de derecha a izquierda, empuja **C** contra **E**.

353

Fig. 68. Principio fundamental de la transformación de la energía electromagnética en energía cinética con la bobina móvil. El volante lleva sobre el aro una bobina sin núcleo. Un extremo del hilo soldado en **e** al aro se halla unido así a la masa; lo mismo sucede con el polo positivo de la pila. Hay una placa imantada **PM** ajustada sobre el plano de la trayectoria del volante. El circuito se cierra cuando la palanquita **H**, asociada al eje del volante, toca el contacto **C**, aislado, montado sobre la platina y enlazado al polo negativo de la pila.

la platina bajo el volante y la bobina sobre el volante y por encima del imán o que se halle invertido el orden que acabamos de mencionar. No es necesario que sea permanente el imán; se puede utilizar un cuerpo imantado sólo por algún tiempo, o sea el hierro.

Las **figuras 67 y 68** muestran cómo puede aplicarse el principio de la transformación de la energía electromagnética en energía cinética. Ambas aplicaciones se parecen a un calibre hecho ya desde hace varios años. No se ha hecho de intento la presentación



esquemática de las figuras; resulta naturalmente de la realización técnica al aplicar el principio fundamental. En la figura 67 se encuentra el caso B de la figura 66. El volante lleva dos imanes temporales TM diametralmente opuestos, mientras que la bobina MS, con un núcleo que sobresale por los dos extremos de la misma, se halla fijada en la platina. En la figura 68 encontramos el caso A de la figura 66; sobre la platina, por debajo del aro del volante, se ve una placa PM que tiene la propiedad de un imán permanente; el solenoide MS está montado sobre el aro del volante; cuando la bobina no lleva corriente, PM no ejerce influencia alguna sobre el volante, que puede oscilar libremente por la fuerza elástica del espiral.

Desde los puntos de vista físico y electrónico, el reloj eléctrico de pulsera no tiene ninguna modificación que exija conocimientos superiores propios de la lógica y de la técnica. La realización industrial es sin embargo notable, sobre todo relativamente a la ejecución de la bobina con espiras de hilo finísimo de cobre que en algunos calibres tiene un diámetro de 0,015 mm. Además de los contactos que han de ejecutarse con suma perfección, hay pilas cuyo minúsculo tamaño ha permitido la construcción del reloj eléctrico o electrónico de pulsera.

El circuito

Hay reglas para el circuito, en principio semejantes, para los enlaces, interrumpidos regularmente en el momento del contacto, entre la pila y la bobina. Un polo de la pila está generalmente enlazado a la masa; en las figuras 67 y 68, es el polo positivo, con el signo e y el signo habitual de contacto con tierra. Este polo está en la pared exterior de la pila y la corriente circula alrededor, por los soportes, la platina, la caja del reloj. El enlace pila-bobina se obtiene tan pronto como uno de los extremos del hilo de la bobina se une eléctricamente a una cualquiera de las piezas de la máquina del reloj. No han de enlazarse con el hilo los dos puntos e pues ya lo están con la máquina. La interrupción de la corriente se produce entre el polo negativo de la

pila y el otro extremo del hilo. En resumen: se necesitan un hilo y un contacto aislado de la platina y de otras piezas de la máquina del reloj. En la práctica no se trata siempre de un hilo sino de laminillas finas y estrechas que unen el polo negativo de la pila al portacontacto C. En todos los casos han de aislarse bien las dos partes.

Según el mismo principio se realiza otra operación en los relojes eléctricos, la obtención de los contactos (H-E-C, en la figura 67) de los que depende la impulsión para mantener el movimiento del volante, el cual realiza por sí mismo dichos contactos. El fenómeno puede producirse con cada alternancia o con cada oscilación. La misma posibilidad existe en los escapes mecánicos; con cada oscilación en el venerable escape de gatillo, con cada alternancia en el escape de áncora. El volante de los relojes eléctricos lleva una clavija o un dedo de contacto que cierra el circuito cuando se halla en determinada posición. El dedo no ha de ser conductor pero puede enlazar otros elementos. En la figura 67 puede verse que no cierra el cir-

354

Fig. 69. Esquema de las conexiones para un contacto mecánico con bobina fija; cierre del circuito sólo en un sentido. El polo negativo de la pila está enlazado directamente a un extremo del hilo de la bobina. El otro extremo se halla unido a la masa e1; sucede lo mismo en e2 para la placa de base del muelle de contacto C. La palanquita de contacto E, aislada, está enlazada al polo positivo de la pila, lo mismo que su prolongamiento J, que sirve para la regulación. La palanquita H, montada sobre el eje UW (generalmente clavija y platillo), cierra el circuito empujando C contra E. El contacto sólo tiene lugar en un sentido de rotación del volante.

355

Fig. 70. Esquema de las conexiones para un contacto mecánico con bobina fija; cierre del circuito durante cada alternancia. El polo negativo de la pila está enlazado a un extremo del hilo de la bobina; el otro extremo va a los muelles de contacto aislados C1 y C2. El polo positivo de la pila se une a la masa en e1; los cuernos de contacto E1 y E2 lo están en e2. La palanquita H, montada sobre el eje UW (clavija y su platillo), cierra el circuito poniendo los muelles C1 y C2 en contacto con E1 y E2. El contacto tiene lugar en cada una de las alternancias del volante.

cuito el contacto entre H y C, sino el contacto de E unido a la bobina con C impulsado por H. La alternancia de izquierda a derecha pone a H contra C pero sin efecto alguno en el circuito. Con el dispositivo de la figura 68 se cierra el circuito en cada alternancia.

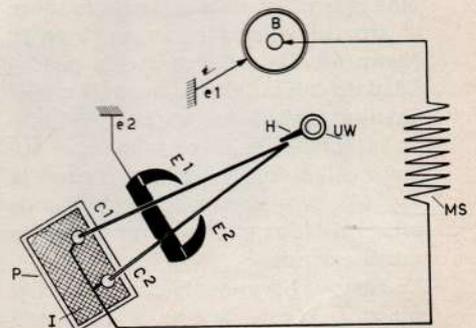
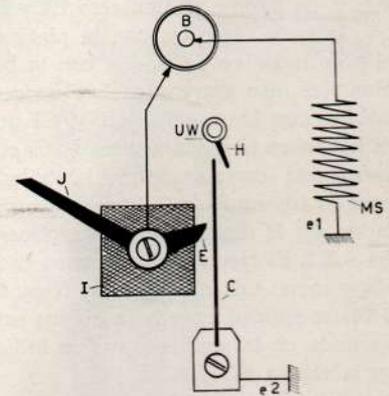
Los problemas de los contactos

Las funciones del contacto se comprenden con facilidad, pero en la práctica son difíciles de obtener. Se necesitan tres condiciones cada una de las cuales no puede llevarse a efecto por entero; tales son:

- contactos muy móviles que consuman poca de la energía cinética del volante;
- contactos regulables que resistan a los esfuerzos mecánicos;
- contactos buenos conductores que no se oxiden ni se quemen.

Las figuras 69, 70, 71 y 72 prueban que los problemas de contacto han producido muchos quebraderos de cabeza antes de ser resueltos para la fabricación en series de los relojes de pulsera.

El sistema de la figura 69 tiene una



ventaja muy apreciable ; se puede regular de manera segura y sin dificultad. Con la palanquita **J** se puede modificar la distancia entre **C** y **E** con objeto de regular el momento en que la bobina **MS** ha de recibir la corriente, esto es, el momento de la impulsión que se ha de comunicar al volante. Uno de los polos de la pila está enlazado directamente con la bobina mientras que el otro conduce la corriente hacia la palanquita **E**, el muelle **C** y la masa. El circuito queda cerrado cuando **C** toca a **E**. El soporte de **C**, indicado con **e2** está enlazado con la platina, y la bobina **MS** con la masa en **e1**. La palanquita **H**, fijada en principio sobre un platillo que lleva el eje del volante, puede ser una piedra preciosa ; no tiene más que una función mecánica : poner el muelle **C** contra la palanquita **E** adonde llega la corriente. Es de mucha importancia que la palanquita **E-J** y el tornillo estén aislados de la platina y enlazados únicamente al polo positivo de la pila. Se ve en el dibujo que no tiene lugar el contacto sino en cada oscilación.

Se ha construido también el sistema de la **figura 70**. Pueden verse los enlaces siguientes : polo positivo de la pila y los pitones de contacto **E1** y **E2** con la masa, esto es, con la platina ; el polo negativo de la pila con la bobina ; el otro extremo del hilo de la bobina con los muelles **C1** y **C2** que se hallan en la placa aislada **P**. El circuito está cerrado sobre la bobina cuando los muelles **C** han sido apretados por **H** contra uno de los pitones **E1** o **E2**. El cierre tiene lugar en cada alternancia. Los dos sistemas (**figs. 69** y **70**) se aplican cuando la bobina está ajustada en la platina como se indica en la **figura 67**.

No pueden aplicarse los dispositivos de las **figuras 69** y **70** cuando la bobina magnética se halla ajustada sobre el aro del volante como se ve en la **figura 68**. Ha de buscarse la posibilidad de enlazar directamente **H** con el circuito. Uno de los extremos del hilo de la bobina puede estar sobre el volante enlazado con la masa (véase la **fig. 68**) pero el otro extremo ha de estar aislado y tocar un contacto móvil exterior.

La **figura 71** representa una aplicación práctica de este sistema. La pila está

enlazada con la masa (por consiguiente con la máquina del reloj) a partir de su polo positivo ; **e2** está soldado al aro del volante y, por ende, enlazado con la masa. El lector puede descubrir por medio de qué piezas de la máquina del reloj queda cerrado el circuito. No cuentan los pivotes del volante ya que los soportes se hallan aislados por los rubíes. El órgano de contacto **E**, enlazado directamente con la segunda salida del hilo de la bobina, y la palanquita **H** (rubí) se encuentran montados sobre un platillo del eje ; **E** ha de estar bien aislado por la base, del platillo y del volante, lo que se halla indicado en la figura con un círculo cuadrículado. La corriente que sale del polo negativo de la pila pasa por el muelle y la masa de contacto **C**. El circuito se cierra entre **C** y **E**. El muelle de despeje **A** y la palanquita engastada **H** no se mueven en el mismo plano que **C** y **E** ; su función es mecánica y consiste en asegurar la manera de producirse el contacto. La palanquita **H** aprieta contra el muelle **A** y el estribo **F** mueve a **C** y produce el contacto **C-E**. El cierre del circuito no se pro-

356

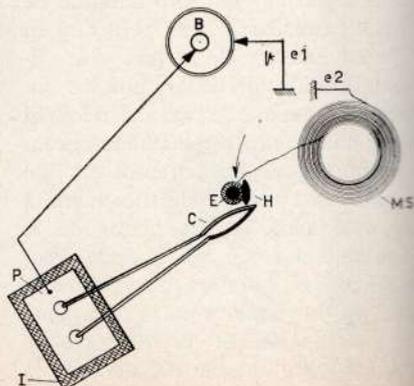
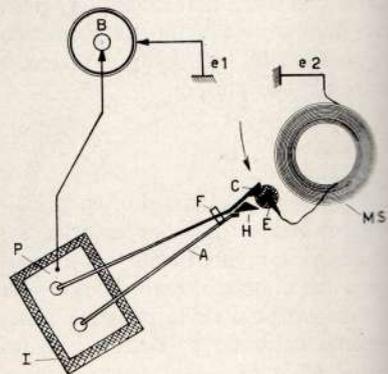
Fig. 71. Esquema de las conexiones para un contacto mecánico con bobina móvil ; cierre del circuito durante cada oscilación. El polo positivo de la pila y un extremo del hilo de la bobina se hallan enlazados a la masa en **e1** y **e2**. El polo negativo está enlazado a la placa aislada **P**. El otro extremo está enlazado con el dedo de contacto **E** fijado sobre el platillo del eje del volante pero aislado. La palanquita **H** pone en contacto con **E** a los muelles **A** y **C** o, según el sentido de la rotación, impide el contacto entre **C** y **E**.

357

Fig. 72. Esquema de las conexiones para un contacto mecánico con bobina móvil ; cierre del circuito durante cada alternancia. El polo positivo de la pila y un extremo del hilo de la bobina se hallan enlazados a la masa en **e1** y **e2**. El polo negativo está enlazado a la placa aislada **P**. El otro extremo del hilo va a la clavija de contacto **E**, fijada y aislada sobre el platillo del eje del volante. La clavija de platillo **H** toca la punta del muelle, antes y después del contacto entre **E** y **C**, de tal manera que evita un choque brusco de **E** y las vibraciones del muelle **C**. El contacto tiene lugar, pues, sea cual fuere el sentido de rotación del volante, en cada una de las alternancias.

duce sino en este sentido de la rotación ; no hay más que una impulsión por oscilación.

Las bobinas **MS** de las **figuras 71** y **72** se han dibujado como si se tratara de un esquema de distribución y no deben ser causa de error relativamente a la disposición real de las piezas del contacto. En la práctica, se montan las bobinas como indica la **figura 68**. La **figura 72** muestra otra posibilidad de intercalar en el circuito una bobina fijada en el volante. En este caso la corriente del polo positivo de la pila pasa por la masa **e1 - e2** y va a un extremo de la bobina que tiene el otro extremo soldado al contacto **E**. De la misma manera que en el sistema de la **figura 71**, **E1**, situado sobre un platillo del eje del volante, está rodeado por un círculo cuadrículado que indica su aislamiento. La clavija del platillo **H**, generalmente de piedra preciosa, está sobre el mismo platillo que **E** ; en ningún caso debe conducir la corriente porque se correría el riesgo de provocar un corto circuito en **C**. La clavija **H** conduce a **E** deslizándose, hasta el muelle de contacto **C** y, después, se separa de él. La clavija



impide un contacto directo que podría poner en vibración al muelle C y dar poca seguridad al cierre del circuito. Este cierre por contacto E-C se produce sea cual fuere el sentido de la rotación del volante, ya que hay una impulsión en cada alternancia.

Puesta en marcha — Ajuste de los contactos

En las figuras 69, 70, 71 y 72 se indica esquemáticamente el proceso de cierre y apertura del circuito. Para ajustar los contactos de una máquina eléctrica de relojería se necesitan conocimientos y métodos análogos a los requeridos para la puesta en marcha de un escape mecánico. Es de primera importancia el conocimiento de las funciones de los muelles, de las superficies de contacto, de la clavija y del platillo, sobre todo desde el punto de vista eléctrico. La expresión «puesta en marcha» se justifica porque las piezas de contacto pueden ocultar numerosos defectos imposible de descubrir si no se tienen los conocimientos suficientes. En suma los sistemas

de contacto son acoplamientos eléctricos. Empero, ningún conmutador de la electrotécnica reúne tantas dificultades como los contactos en el reloj eléctrico de pulsera.

Cada sistema exige conocimientos y técnica especiales para ajustar los contactos. Los 4 dibujos citados indican diferentes métodos puestos en práctica para obtener el mejor resultado; habrá otros ensayos indudablemente. El ajuste de los contactos se compone de dos partes: una consiste en obtener que el contacto cierre bien el circuito y otra en determinar exactamente los momentos del contacto. El contacto es bueno cuando las superficies de contacto se unen con rapidez y seguridad, sin vibraciones y la separación está bien marcada y sin pegamiento. La determinación precisa de los instantes de contacto tiene por efecto la buena marcha, esto es, la amplitud adecuada del volante, o sea, la mayor amplitud posible. Se necesitan amplitudes magnéticas cortas, vigorosas, producidas en el momento oportuno. En los calibres bien concebidos pueden regularse

estas funciones ajustándose a las instrucciones que se entregan con cada uno de ellos. En estas instrucciones se encuentran siempre las mismas reglas. La bobina y los imanes deben pasar lo más cerca posible unos por encima de otros. La impulsión es tanto más pequeña cuanto mayor es la distancia bobina-imán. El cierre de la corriente en la bobina ha de producirse inmediatamente antes que ésta llegue al centro del imán; la corriente ha de cortarse a los más tarde cuando llega por encima del centro del imán. Si permanece el circuito cerrado más tiempo, la impulsión se convierte en resistencia; las oscilaciones del volante quedan perturbadas. El volante no debe poner de manifiesto en ningún calibre el cierre del circuito con movimientos irregulares ni sacudidas; esto sucede cuando el contacto dura demasiado tiempo o se produce demasiado tarde. La amplitud muy pequeña se debe a un contacto prematuro o a una distancia demasiado grande entre el imán y la bobina.

(Continuará)

Aparatos para comprobar la impermeabilidad de las cajas de relojes, por presión de agua



Bergeon N.º 4384
Protex - 3 Atm.

Cilindro en cristal
Capacidad de control 0 - 3 Atm.
Capacidad de contenido 24 - 96 cajas
Altura total 52 cm.

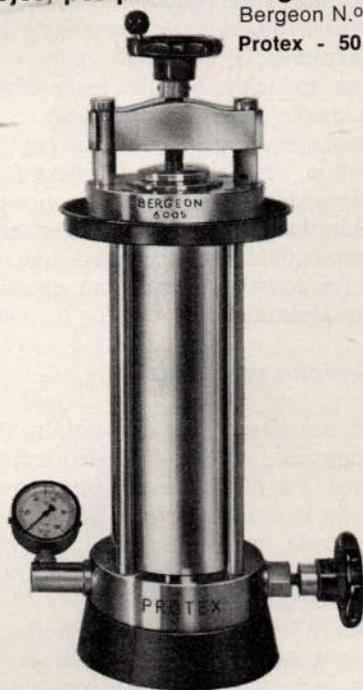
Bergeon N.º 6004
Protex - 20 Atm.

Cilindro en metal
Capacidad de control 0 - 20 Atm.
Capacidad de contenido 24 - 96 cajas
Altura total 52 cm.

Pida nuestro folleto especial

Bergeon & Cie
2400 Le Locle
(Suiza)

Avenue du Technicum 11



Bergeon N.º 6005
Protex - 50 Atm.

Cilindro en metal
Capacidad de control 0 - 50 Atm.
Capacidad de contenido 24 cajas
Altura total 54 cm.