

Técnica y reparación



Las máquinas de reloj eléctricas y electrónicas y los cuidados que requieren

por Lothar M. Loske

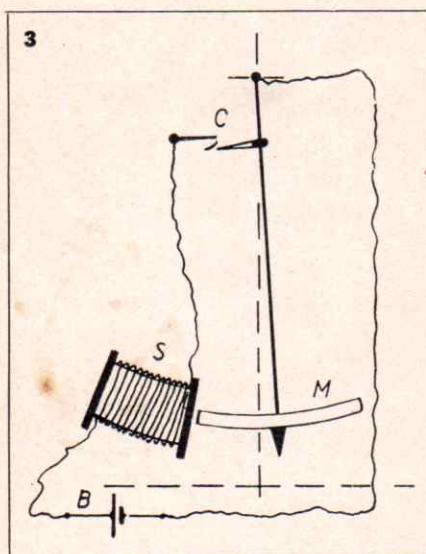
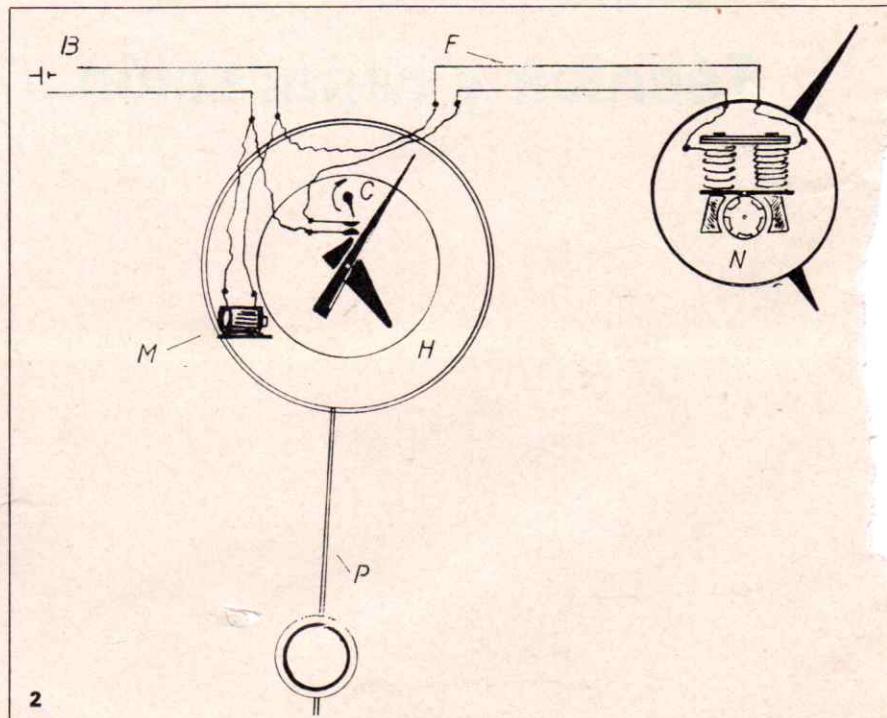
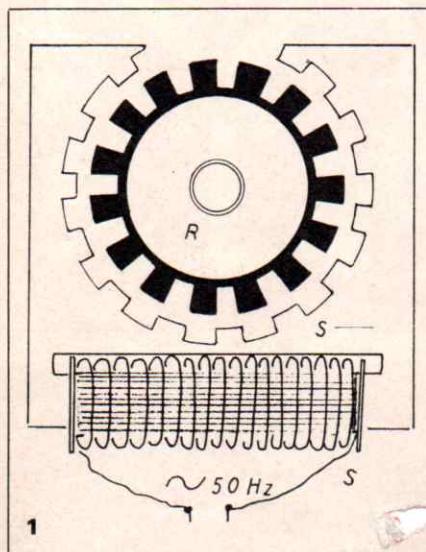


Fig. 1. Principio del motor sincrónico para relojes eléctricos de corriente fuerte. La frecuencia (50 Hz) y el número de polos del rotor R determinan el número de vueltas del rotor. El rodaje reduce el número de vueltas para mover las agujas.

Fig. 2. Principio de la instalación de relojes eléctricos. El reloj magistral H y el reloj secundario N. El reloj magistral H es lo más a menudo un reloj de péndola P con toma de cuerda de pesa o de muelle puesto en tensión por un motor eléctrico M (corriente fuerte o corriente débil). El árbol de los segundos lleva el dispositivo de contacto C (muy a menudo inversor de los polos) para el transporte de impulsiones por la línea F hasta N. Cada impulsión produce un avance del minutero. Las instalaciones más perfeccionadas tienen un avance del segundero. Con esta instalación se tiene la ventaja de que la red de relojes secundarios tiene la misma precisión que el reloj magistral. B es el hilo que lleva la corriente.

Fig. 3. Esquema de una péndola movida eléctricamente. El contacto C de la parte superior de la péndola cierra la corriente que pasa por la bobina S. El campo magnético creado así en el interior de la bobina atrae a la pieza encorvada M de la péndola y mantiene a ésta en movimiento. B es el generador de corriente.

Consideraciones generales

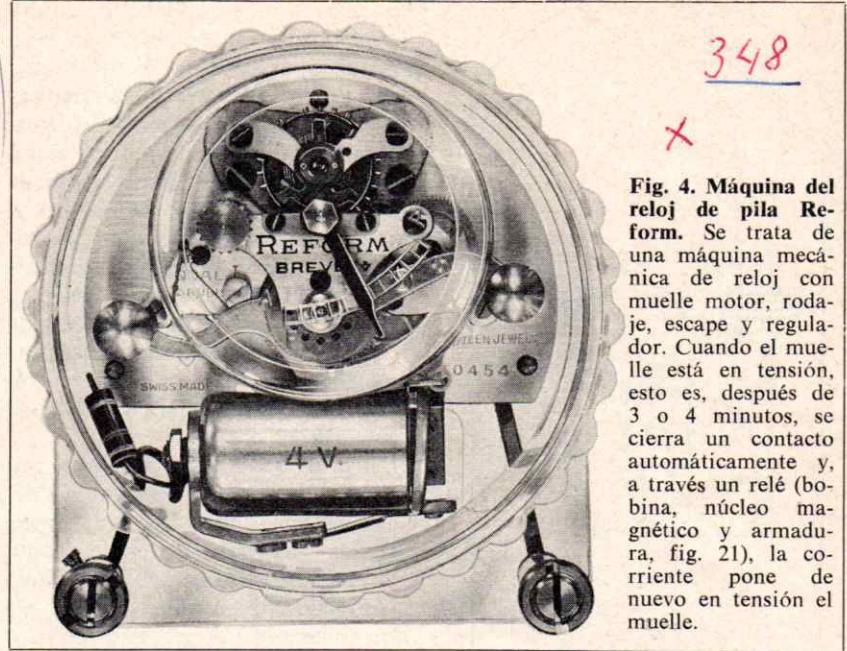
Lo viejo pasa, lo nuevo aparece; es una ley de la naturaleza. No ha habido interrupción alguna en el desarrollo de los instrumentos de medida del tiempo desde el reloj de sol y la clepsidra hasta el reloj mecánico, automático, moderno. Hasta ahora han sido adoptados con cierta reticencia en la técnica relojera los dispositivos eléctricos; hoy se encuentran en primera fila. Esta modificación compleja de la fabricación exige que los encargados de mantener en buen estado estos instrumentos relojeros —los reparadores— se familiaricen con los nuevos aspectos de la técnica. No cabe duda que para muchos relojeros acostumbrados a los antiguos mecanismos, es difícil abandonarlos cada vez más y aplicarse a comprender los nuevos sistemas, aprender a buscar otras causas de defectos y a utilizar nuevos métodos de reparación.

La experiencia demuestra que es vano oponerse al desarrollo de la técnica y de la economía. Es mejor adaptarse, llegar a apreciarlas, ir a su encuentro con interés.

Nuevos conocimientos profesionales

El relojero instruido no necesita empezar de nuevo el estudio de la física, de la técnica eléctrica o electrónica por las nociones de base. Con la práctica puede adquirir los conocimientos suficientes, lo mismo que sirviéndose de la comparación con fenómenos semejantes. Nos hemos acostumbrado a que el reloj mecánico manifieste los defectos más sutiles de manera visible y audible. Lo que sucede en los relojes eléctricos y electrónicos no puede percibirse siempre con la vista o el oído. Puede decirse que a pesar del trabajo «al buen tun-tún» la búsqueda de los defectos y su corrección son mucho más fáciles y se hacen con mayor rapidez en las máquinas eléctricas de reloj que en las mecánicas.

En el reloj mecánico se transforma



348

Fig. 4. Máquina del reloj de pila Reform. Se trata de una máquina mecánica de reloj con muelle motor, rodaje, escape y regulador. Cuando el muelle está en tensión, esto es, después de 3 o 4 minutos, se cierra un contacto automáticamente y, a través un relé (bobina, núcleo magnético y armadura, fig. 21), la corriente pone de nuevo en tensión el muelle.

la energía mecánica del muelle real o de las pesas en un movimiento de rotación regulable y mecánico de las agujas. En los relojes eléctricos o electrónicos lo que se transforma en movimiento de rotación de las agujas es la energía eléctrica de una pila o de un acumulador. Lo que nos interesa como relojeros es que la técnica eléctrica o electrónica comprende la transformación de un movimiento mecánico o viceversa. Más bien viceversa, puesto que el primer fenómeno es la energía de la pila y el último el movimiento de las agujas.

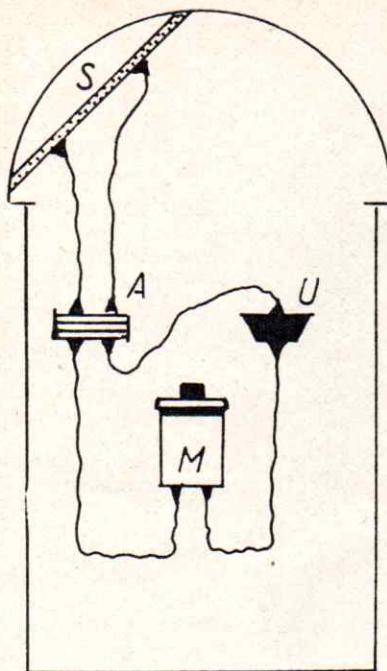
Para representarse los fenómenos de los relojes eléctricos y electrónicos y compararlos con los fenómenos del reloj mecánico se necesita no dejarse distraer o contrariar por expresiones y explicaciones que parecen extrañas. Para trabajar con provecho como exige nuestra época, no necesita saber el relojero a qué fenómenos físicos da lugar una pila ni conocer la energía de los imanes en gaus. Quien desee adquirir estos conocimientos ha de estudiarlos en los ratos libres. Los relojes y los cuidados que requieren para conservarse en buen estado no exigen tales conocimientos y es su-

perfluo exigírselos a los relojeros. Lo importante en las líneas que siguen es definir exactamente los conceptos y exponer los métodos de servicio más convenientes.

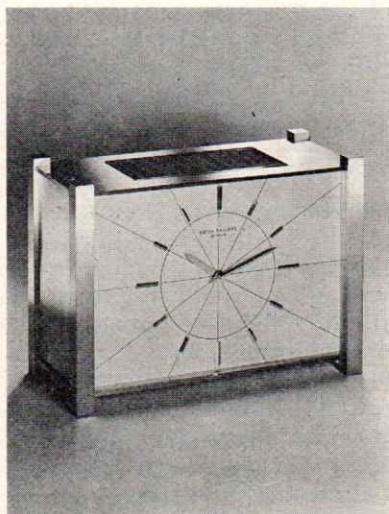
Explicación de los conceptos

El reloj eléctrico más difundido y, después de todo, el más sencillo es el **reloj de motor sincrónico**, con un motor sincrónico para corriente alterna y un dispositivo reductor para el movimiento de las agujas. Dura mucho tiempo pero se para cada vez que la corriente se interrumpe. La precisión de su marcha depende únicamente de la regularidad de la frecuencia de la corriente alterna; no es posible regularlo. La figura 1 representa el reloj sincrónico con sus elementos de base: estator, rotor y bobinas (en esbozo). La velocidad de la rotación sincrona del rotor depende del número de polos y de la frecuencia de la corriente alterna (normalmente 50 o 60 Hz).

Las instalaciones de relojes eléctricos se compone de un **reloj magistral** y de cierto número de **relojes secundarios**. Sólo mide el tiempo el reloj magistral. Lo más a menudo



5a



5b

Fig. 5a. Plan de distribución de una máquina de reloj que toma cuerda con la luz (sistema Patek Philippe). En S están las pilas fotoeléctricas de selenio que envían la energía captada de la luz a un acumulador A, de 0,9 voltio, que, según las necesidades, mueve al motor de dar cuerda M, a través del interruptor U.

Fig. 5b. Penduleta que toma cuerda con la luz de Patek Philippe, Ginebra.

es un reloj de péndola, de buena calidad, con muelle real o un peso motor y un pequeño motor eléctrico para darle cuerda automáticamente (fig. 2). Según el sistema, cada segundo o cada minuto el reloj magistral cierra un contacto de poco voltaje (6, 12 o 24 voltios) y, gracias a una bobina y a un electroimán, envía a los relojes secundarios impulsiones que mueven las agujas. En una instalación de esta clase, el reloj magistral es puramente mecánico, con un escape y un órgano regulador, aun cuando se dé autocuerda eléctricamente.

Entre los **relojes de pila**, gran número de tipos y de sistemas no tienen entre sí otra cosa de común que la pila utilizada como fuente de energía. Pero, un reloj cuya fuerza motriz proviene de una pila, no es todavía por esto un reloj eléctrico. En muchos modelos, sólo es eléctrica la toma de cuerda que desarrolla una fuerza motriz exclusivamente mecánica (muelle de tensión, muelle de presión, muelle espiral o peso). Da lo mismo si el reloj toma cuerda después de cierto número de horas o cada dos o tres minutos. El movimiento del reloj sigue siendo el de un reloj mecánico con escape y regulador (fig. 3).

La más conocida de las máquinas de reloj con pila lleva el nombre de Reform (fig. 4); debe considerarse como una máquina mecánica de reloj con un dispositivo para que tome cuerda por medio de un contacto y para que funcione un electroimán.

En resumen puede decirse: se trata de un **reloj mecánico de dar cuerda eléctrico** cuando se pone en tensión un muelle con una pila y el reloj tiene escape y un órgano regulador;

se trata de un **reloj eléctrico** cuando falta el escape en cualquiera de sus formas y los movimientos son regulados por el regulador y los contactos eléctricos. No existe mecanismo de dar cuerda y el movimiento es producido continuamente por atracciones o repulsiones magnéticas. Si se reemplazan en este reloj los contactos mecánicos mó-

viles y eléctricos por transistores, se dice que es electrónico, lo que no es verdad.

En un **reloj electrónico**, únicamente exigen ruedas y palanquitas la minutería y el movimiento de las agujas. No tiene contactos mecánicos, ni escape, ni volante-espiral como regulador. Así son los «relojes atómicos», los «relojes de cuarzo» y el «Accutron».

Es de mucha importancia para el reparador, tener ideas claras sobre el sistema a que pertenece el reloj que le han dado a reparar y su funcionamiento; así, tendrá una idea exacta del reloj que le han encargado y de los defectos que puede tener. En definitiva, los diferentes sistemas de relojes eléctricos o electrónicos derivan de los mismos conocimientos de física y de los mismos principios fundamentales. No es difícil comprender un gran número de fenómenos cuando se han observado con detenimiento, tales son: los circuitos con sus conexiones y combinaciones; la influencia de los materiales, metálicos o no, sobre la circulación de la corriente; la producción de campos magnéticos en las bobinas, los imanes y electroimanes y su manera normal de obrar.

Utiles

En publicaciones anteriores, se recomendó que se tuviera en el taller un sitio especial para la reparación de los relojes eléctricos. Como el número de estos relojes ha aumentado en nuestros días, aconsejamos vivamente que se tengan los útiles adecuados. La imantación de las piezas del reloj eléctrico ejerce una influencia nefasta en las piezas del reloj mecánico clásico que se encuentren cerca. Sigue lo mismo con los útiles y herramientas, pues no es posible impedir que se imanten con el tiempo.

Todavía no se tienen los útiles apropiados para la reparación de los relojes eléctricos. Los útiles imantados hasta el punto de quedar pegados a los tornillos o a otras piezas, no son agradables ni aun para

la reparación de los relojes eléctricos ; con ellos, el trabajo no es seguro. Las pinzas, en particular debieran ser de metal no magnético, como, por ejemplo, de plata alemana, níquel, bronce o latón. Dumont fabrica en Suiza tales pinzas (Genuine P). Los metales mencionados no son bastante duros para los destornilladores ; esperemos que un día pueda ponerse a disposición de los relojeros una aleación no magnética que sea bastante dura.

Es importante poseer un voltímetro-mioamperímetro, un multímetro y un aparato semejante para la medida de las corrientes eléctricas. Un aparato que pueda utilizarse en todos los casos no debe tener una resistencia inferior a 20 000 ohmios. Los aparatos de menor resistencia no son bastante precisos para las medidas en los relojes de pulsera porque gastan demasiada energía de la pila. Ebauches SA ha puesto a la disposición de los relojeros un conjunto ingeniosamente ideado, compuesto de tal aparato y algunos útiles, con el nombre de « Kit L-4751 »

(fig. 11). Para el control de los circuitos puede hacerse uno un aparato como el indicado en la figura

12. Para dar con los defectos de los aparatos eléctricos o electrónicos, ha de estar seguro de que la corriente pasa o no pasa por los conductores, que no pasa debido a un corto circuito o a una mala conexión de las piezas que han de estar aisladas. Los aparatos que tienen una bombilla o en los que aparece una luz tienen la ventaja de no obligar al operario, durante el control, a quitar la vista de la máquina del reloj o de los puntos de toque para ver si, en el aparato utilizado, se desvía o no la aguja. La luz de la bombillita se ve con mayor facilidad y es mejor tener la vista fija en los puntos de contacto para que no toquen contactos que no deben tocar y que, a menudo, se encuentran muy cerca unos de otros o de las piezas aisladas.

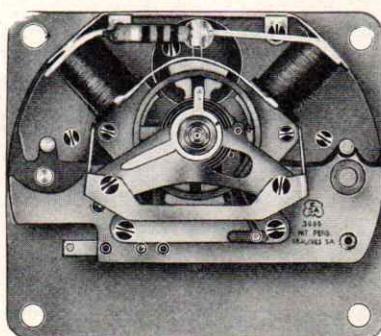
Las pilas

Se utilizan generalmente en los re-

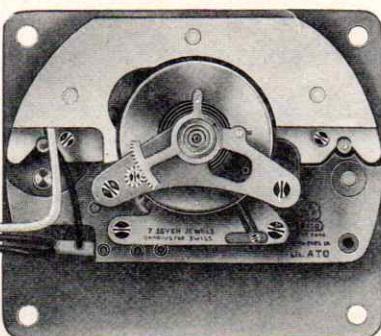
lojes como generadores de energía pilas de 1,5 voltio de tensión. La máquina de reloj Reform tiene excepcionalmente una pila de 4,5 voltios. Las pilas tienen dos bornes, el polo positivo y el negativo, entre los cuales circula la corriente. Para utilizar la pila, es preciso que los polos se hallen bien colocados en los sitios que se indican en la máquina del reloj.

Si una máquina de reloj de pila no funciona ya o tiene un defecto, hay que quitarle la batería sea cual fuere el defecto, y sobre todo cuando la pila se ha descargado por el uso. La puesta de la pila fuera del circuito, obtenida en los relojes de pulsera tirando de la tija de puesta en hora o por otro procedimiento, sólo se hace cuando el reloj ha de estar almacenado poco tiempo antes de la venta. El propietario del reloj debe tener la posibilidad de quitar la pila del circuito los días en que no utiliza el reloj.

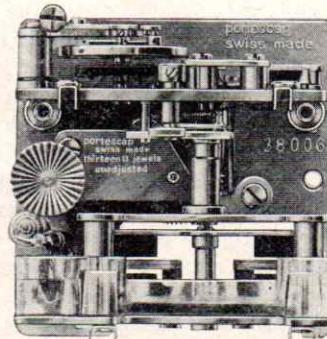
El relojero debe **quitar en seguida la pila** de los relojes que le entregan para la reparación. Deberá re-



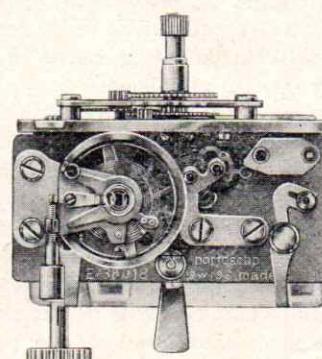
7a



7b



6



6

Fig. 6. Máquina de reloj eléctrico, de gran valor técnico, movida con un motor ; lleva el nombre de Secticon (Portescap, La Chaux-de-Fonds).

Fig. 7a. Fotografía de una máquina de reloj electromecánico para pequeñas pendoletas con dispositivos de regulación y de disparador para un sistema de despertador eléctrico. Productor : Ebauches S.A. (cal. 9000).

Fig. 7b. Máquina de reloj de péndola analoga a la de la figura 7a, con volante movido electrónicamente. Producción : Ebauches S.A. (cal. 9100).

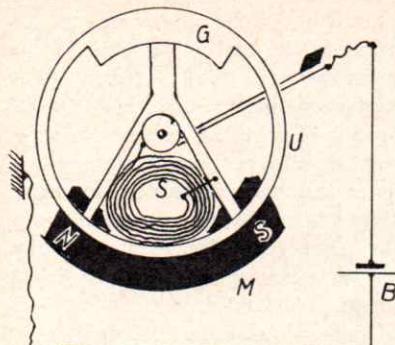


Fig. 8. Sistema para una máquina de reloj eléctrico de pulsera. U es el aro del volante; éste lleva una bobina S y un contrapeso G. Este sistema tiene también un espiral para regular el periodo (no se ve en la figura). Bajo el volante, hay en la platinilla un imán fuerte, permanente, en forma de placa M. El contacto C cierra el circuito B, gracias al movimiento del volante, crea en la bobina S un campo magnético y da impulsiones de sentido variable por atracción magnética. El volante y el espiral son simultáneamente órganos reguladores y órganos de impulsión.

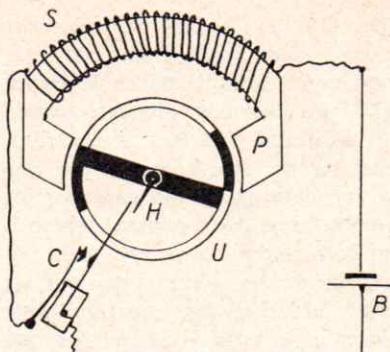
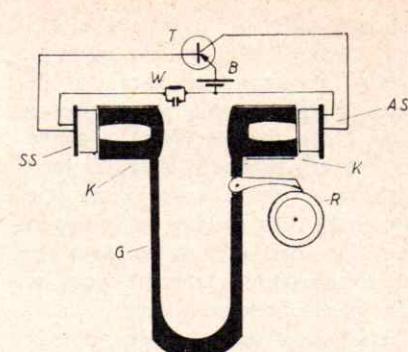


Fig. 9. Dispositivo para una máquina de reloj eléctrico de pulsera. Como en el caso de la figura anterior, el volante y el espiral son, simultáneamente, órganos reguladores y órganos de impulsión (en la figura no se ha representado el espiral). La diferencia reside en la bobina S con su núcleo magnético P. La bobina es fija y el arco del volante lleva dos placitas metálicas M (de imantación temporal). Cuando el contacto C cierra el circuito B, gracias al dedo H, se produce en la bobina S y alrededor del núcleo P un campo magnético que da una impulsión al volante. Co-



mo es muy breve el contacto en C, el circuito queda interrumpido pronto, de suerte que el volante oscila libremente.

Fig. 10. Representación esquemática del reloj eléctrico de pulsera Accutron, de Bulova. La bobina directora SS y el transistor T trabajan electrónicamente. Son excitados por la bobina de trabajo AS al ritmo de 360 vibraciones por segundo, ritmo impuesto por el diapasón G. Estas vibraciones son comunicadas mecánicamente a las agujas por medio de un trinquete que ejerce su acción sobre un roquete R.

emplazarla por la mejor pila que tenga a disposición. Y no debe hacer esto porque la suya esté en mejores condiciones de dar la corriente sino porque está más protegida contra las influencias exteriores y contra las reacciones químicas interiores. No es recomendable combinar varias pilas, por ejemplo, poner en serie 3 pilas de 1,5 voltio para obtener los 4,5 voltios necesarios en los relojes Reform (fig. 13). Todavía es menos necesario poner pilas en paralelo (fig. 14) con el fin de aumentar la duración del funcionamiento. Es tan pequeño el consumo de energía eléctrica en los relojes —en contra de lo que sucede con las lámparas de bolsillo o los timbres eléctricos— que la pila quedará descargada de la misma manera funcionando o sin funcionar.

Las decepciones son posibles cuando las pilas no son apropiadas a su potencia de utilización. Que un voltímetro indique el voltaje de la pila o que se alumbe una bombillita, no son en realidad garantías para la utilización de una pila como fuer-

za motriz de un reloj. La medida ha de hacerse de manera que la energía exigida por una bobina (por impulsión, por ejemplo) sea suministrada simultáneamente por la pila. Es así únicamente como puede determinarse el verdadero valor de la pila como fuente de energía del movimiento del reloj. Las máquinas de reloj con toma magnética de cuerda (fig. 4) necesitan un campo magnético máximo en la bobina para que la palanquita de contacto mecánico sea repelida con rapidez. Con una pila de poca energía, es demasiado lenta la atracción de la armadura del electroimán y, debido a esta ruptura lenta, se favorece la oxidación de los contactos, de donde resulta finalmente un «pegamiento» de los mismos. Este es uno de los defectos más frecuentes en la parte eléctrica de las máquinas de reloj de pila construidos según el principio de la figura 4. Es posible el control de la pila en el circuito de consumo (solenoides), y paralelamente al instrumento de medida, utilizando la pila, un breve instante, e interrumpiendo el

contacto que cierra el circuito de la bobina. El cierre y la apertura automáticas de los contactos no bastarían para desviar por completo la aguja del instrumento de medida. Para controlar las pilas, es preferible no colocar el reloj en circuito sino utilizar una pequeña instalación apropiada como la que se indica en la figura 16. En lugar de la resistencia de la máquina del reloj, se utiliza una resistencia equivalente. El mejor dispositivo es el que permite emplear con facilidad diferentes resistencias según la resistencia del reloj mientras funcione.

La medida y el control

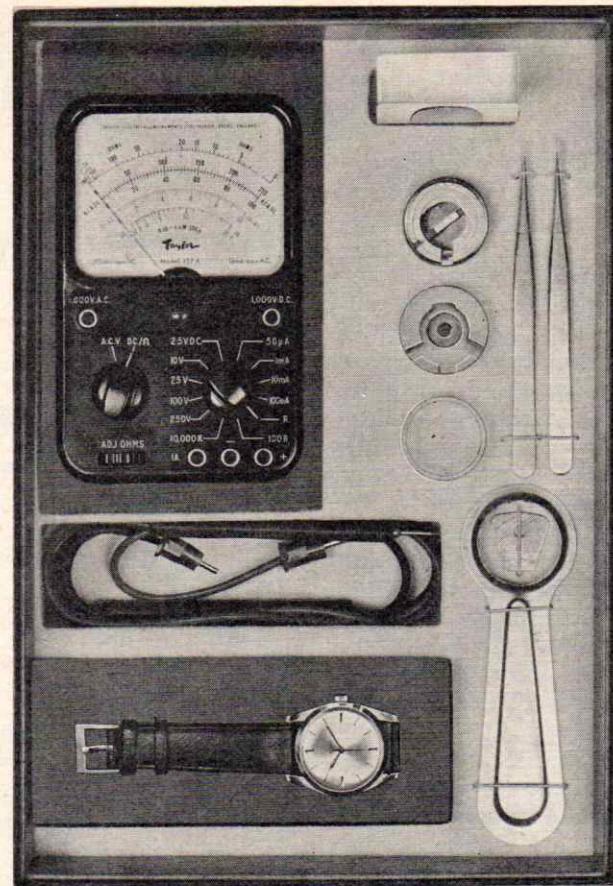
La medida de la resistencia es necesaria para determinar el valor de la resistencia de reemplazo (según el dispositivo de la figura 16). Esta medida se hace con el ohmímetro. El cero de la resistencia se encuentra siempre a la derecha, en contra de lo que se ve en las esferas de los voltímetros y amperíme-

tros. Antes de medir la resistencia, hay que poner en contacto las puntas de toque para asegurarse que la aguja se desvía hacia la derecha y queda en la posición cero. En caso contrario, se corrige la diferencia con un tornillo de regulación previsto para ello. Para la medida de la resistencia, el generador se encuentra en el instrumento; sirve también para buscar los defectos más importantes, esto es, para el control del paso de la corriente. Para estas dos operaciones —medida de la resistencia y control del paso de la corriente— los botones o los conmutadores que tiene el instrumento han de ponerse siempre en la posición de la letra R o sobre el signo Ω . Las figuras 17, 18 y 19 indican las conexiones correctas entre la pila, el aparato que ha de medirse y el instrumento de medida. Para la medida del voltaje (voltios) ha de tenerse la seguridad de que el conmutador del instrumento está colocado sobre «corriente continua» y siempre sobre un valor superior al que puede esperarse de la pila. Si se trata de una pila de 4,5 voltios, se pondrá el indicador sobre 10 o 15 voltios. Para medir voltajes de corriente continua, ha de tenerse cuidado con la polaridad. El polo positivo del instrumento ha de enlazarse al polo positivo de la pila, de lo contrario la aguja del instrumento se mueve en sentido opuesto lo que no es bueno para el instrumento. En las pilas sin la indicación + y —, el elemento único de 1,5 voltio tiene el polo negativo abajo y el positivo arriba, en la parte central; en la pila rectangular de 4,5 voltios, la laminilla larga es el polo negativo y la corta de conexión, el polo positivo. En las pilas miniatura utilizadas en los relojes de pulsera, la caja —esto es, el fondo— es el polo positivo y el pequeño punto de contacto colocado en el centro es el polo negativo.

La búsqueda de los defectos en general

Para buscar los defectos en las partes eléctricas de las máquinas de re-

11



12

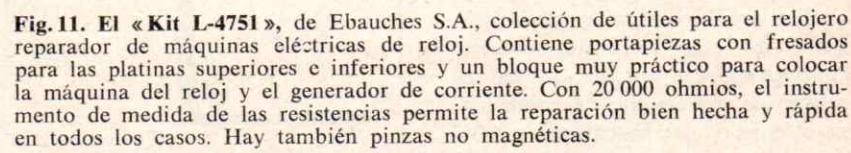


Fig. 11. El «Kit L-4751», de Ebauches S.A., colección de útiles para el relojero reparador de máquinas eléctricas de reloj. Contiene portapiezas con fresados para las platinas superiores e inferiores y un bloque muy práctico para colocar la máquina del reloj y el generador de corriente. Con 20 000 ohmios, el instrumento de medida de las resistencias permite la reparación bien hecha y rápida en todos los casos. Hay también pinzas no magnéticas.

Fig. 12. Dispositivo para el control sencillo de los conductores. Puede ser construido por el mismo relojero. La lámpara encendida indica que la corriente pasa por el conductor; si está apagada, es porque la corriente no pasa entre un contacto y una base aisladora.

loj, es importante, ante todo, controlar el circuito. Ha de conocerse el recorrido de la corriente, el sitio y el momento en que se realizan las interrupciones previstas y qué partes han de ser cuidadosamente aisladas unas de otras. Con estos conocimientos, que son fáciles de adquirir, y un poco de reflexión, podrán descubrirse pronto los defectos, utilizando el sistema que consiste en « cercar ». En la figura 20 hay un esquema enlazado con un ohmímetro. La pila del reloj no está enlazada. La corriente destinada a indicar que el circuito está cerrado, sale de la pila del instrumento. En este caso, como en las medidas de resistencia, hay que colocar también las puntas de toque en contacto una con otra. Si la aguja no se desvía, la pila del instrumento no es buena y ha de reemplazarse, a no ser que el instrumento se halle estropeado. Como ya hemos dicho al tratar de los útiles, un pequeño dispositivo, representado en la figura 12, puede controlar el circuito. El circuito cerrado de la figura 20 excita a la bobina; es interrumpido una vez abierto el contacto. Por consiguiente, es normal que si las puntas de toque están en A y B, haya desviación de la aguja; entre A y C no debe haber desviación. Se provoca una desviación de la aguja, tocando simultáneamente los puntos de contacto D y B. Ha de saberse que no hay ningún hilo especial que vaya del borne C de la máquina del reloj hasta D; el conductor es la masa de la máquina del reloj. En cambio, el borne A está completamente aislado con una pieza intermedia no metálica. Este borne enlaza con un hilo que se halla también aislado, un polo del generador y la bobina. Si la aguja del instrumento se desviera cuando las puntas de toque están en E y en F, es prueba que la máquina del reloj tiene un cortocircuito en el polo aislado A (¡en los relojes de pulsera, ha de controlarse este sitio con muchísimo cuidado!). Para estar seguro de que el circuito no está mal cerrado en la bobina, se ponen las puntas de toque en contacto con la entrada y

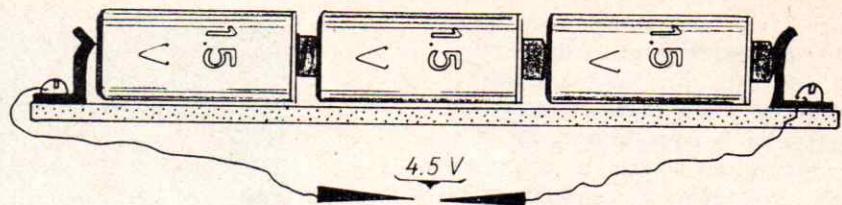


Fig. 13. Dispositivo para poner en serie varias pilas. La tensión es la suma de las tensiones de cada uno de los elementos.

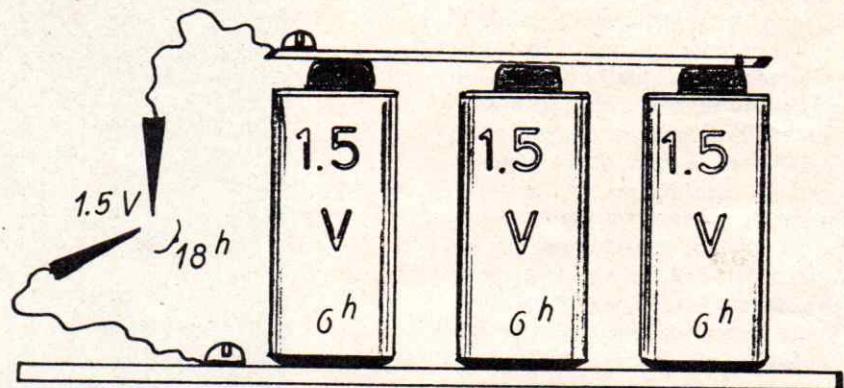


Fig. 14. Dispositivo para poner varias pilas en paralelo. La tensión es la de cada pila. La ventaja de este dispositivo es la duración de funcionamiento en amperios hora.

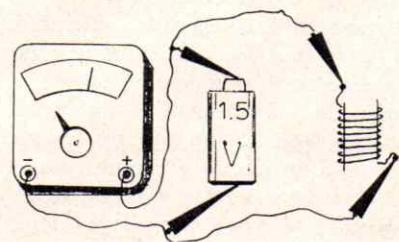


Fig. 15. Método para el control del voltaje de una pila con carga (bobina).

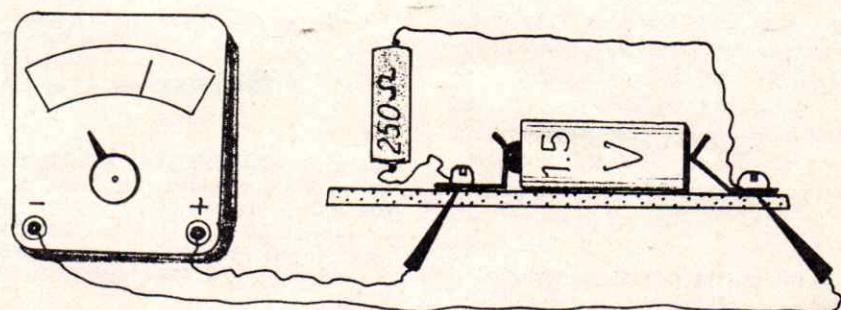
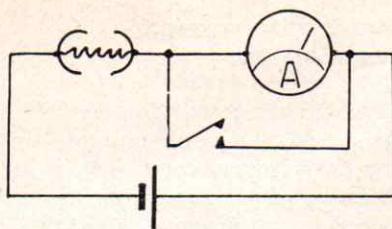


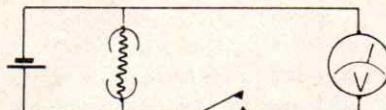
Fig. 16. Dispositivo para la medida de la tensión de las pilas en carga. La carga puede ser producida por resistencias intercambiables, según la utilización de la pila (para el esquema de distribución, véase la figura 18).



17

Fig. 17. Esquema de distribución para la medida de la intensidad de la corriente por medio de un amperímetro en el circuito de consumo.

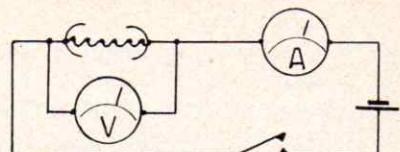
Fig. 18. Esquema de distribución para



18

la medida de la tensión por medio de un voltímetro.

Fig. 19. Esquema de distribución para la medida de resistencia de un consumidor de corriente (bobina) por



19

medio de un voltímetro en la resistencia y de un amperímetro. Según la ley de Ohm, la resistencia es el cociente de la tensión dividida por la intensidad (voltios divididos por amperios).

la salida de la bobina : la aguja ha de desviarse. Ha de tenerse la precaución de tocar directamente el hilo y no el revestimiento aislador. Las soldaduras están cubiertas a menudo de una capa fina, mala conductora, que impide el contacto de la punta de toque.

Defectos de los contactos

Son imposibles las averías en el circuito sin influencias exteriores, deterioraciones al manipular los hilos sin destreza, enlaces indebidos. El contacto sigue siendo el talón de Aquiles de los relojes eléctricos : es en él donde se realiza el cierre o la apertura del circuito. Son causas de averías los contactos difíciles de separar uno de otro, los que se hallan pegados o están oxidados o tienen huellas de combustión o de fusión. Por consiguiente, hay que controlarlos bien.

Si, como sucede en la figura 21, no se separan los contactos, el defecto puede ser puramente mecánico. Después del desarrollo del rodaje, el contacto A se mueve hacia B. Cuando se tocan los dos, la bobina engendra, con la velocidad de la luz, un campo magnético que atrae fuertemente a la armadura B. Unicamente cuando B es atraído con violencia, la palanquita de contacto A puede ser repelida y separarse los contactos. Si, desde el punto de vista mecánico, no está libre la armadura y si, en la posición de reposo, se halla bastante alejada

del núcleo de la bobina, entonces, el choque de retroceso, la impulsión, no puede producirse y las dos superficies quedan eléctricamente en contacto. Si no se produce el choque de retroceso, el muelle motor del reloj puede no tomar cuerda y, por consiguiente, se parará el reloj. Además, el circuito queda cerrado y la pila se descargará pronto. Para que la armadura y el núcleo del electroimán no se peguen, se coloca entre ellos una lámina de latón o de plástico, sin fijarla por ello. Es natural que no ha de emplearse una lámina de acero, ya que podría imantarse y perjudicaría el movimiento de la armadura. La lámina intermedia ha de ser móvil y tener juego libre ; no debe impedir el movimiento de la armadura.

Los contactos oxidados sin rugosidades son un signo favorable ; prueban que el reloj ha funcionado mucho tiempo sin tropiezo. La oxidación es un fenómeno fisicoquímico normal que puede formar una capa aisladora que impide el cierre del circuito. Se corrige este defecto con un pedazo de piel de cabritilla, pero no con papel de lija y menos aún con una lima. Los puntos de contacto han de estar sumamente pulimentados y limpios, muy secos y muy protegidos contra el polvo. Los contactos con huellas de quemaduras y aun fundidos prueban la mala calidad de la máquina del reloj, y el relojero no puede corregir estos defectos de manera segura y duradera. En todo caso, la causa

se debe a la chispa eléctrica que aparece en los contactos que trabajan mecánicamente. Los contactos A y B son comutadores y, para que funcionen mucho tiempo deben trabajar con la mayor velocidad posible, con una gran superficie de contacto y gran presión. En la construcción de aparatos y la técnica del pilotaje, se utiliza el pequeño comutador « Microswitch » que cierra y abre el circuito eficazmente. Se encuentran estos comutadores en las máquinas para limpiar relojes, en los cronocomparadores, en toda clase de minuterías y en las máquinas de reloj con muelle motor y toma de cuerda eléctrica por medio de un micromotor.

Los contactos que se hallan basados en el principio de la figura 21 no pueden llenar las condiciones mencionadas. El acercamiento del contacto A se produce muy despacio y el contacto con B se hace con poca presión. La abertura es muy lenta comparada con los fenómenos electrónicos de la corriente. La buena calidad del trabajo hace posible la aplicación práctica con seguridad suficiente. Para ello, se necesita una resistencia con el fin de eliminar las chispas.

Una parte del tiempo libre ha de consagrarse al estudio de las causas que provocan las chispas, ya que esta cuestión es muy importante y necesita ser bien comprendida. Si se desplaza un imán fuerte en una bobina, el campo magnético cruza las espiras de la bobina y, en los extremos de ésta, puede medirse