

CAPITULO IX

LOS RELOJES ELÉCTRICOS

I

LOS CONTADORES ELECTRO CRONOMÉTRICOS

La rapidez con que se propagan las corrientes eléctricas, la casi instantaneidad con que tienen efecto los movimientos de dos mecanismos convenientemente dispuestos y enlazados por un alambre conductor, han sugerido la idea de aplicar á la relojería el principio de la telegrafía eléctrica misma, y en efecto, merced al sincronismo de dichos movimientos se puede hacer marchar en perfecta concordancia cualquier número de relojes instalados en puntos más ó menos distantes entre sí, como por ejemplo en las diferentes estaciones de una vía férrea, para lo cual basta poner cada uno de estos

sorbente para el calor, resultando de aquí dilataciones y contracciones periódicas y regulares, y por consiguiente un movimiento comunicado á las capas gaseosas inmediatas, que por otra parte pueden vibrar directamente bajo la misma influencia.

„4.º Los sonidos radiofónicos no pueden producirse sino cuando el medio que rodea las superficies impresionadas es aeriforme. En su consecuencia, no puede producirlos un medio líquido ni tampoco sólido;

pero uno gaseoso en cuyo seno haya vapores, y en particular vapores de amoníaco y de éter, los desarrolla de un modo notable, siendo los vapores de poder térmico más absorbentes los que dan mayores resultados.

Por lo que hace á los sonidos producidos bajo la influencia de las variaciones de conductibilidad eléctrica, que caracterizan ciertas substancias como el selenio cuando están sometidas á la acción intermitente de los rayos de luz, Mercadier demuestra que se deben más bien á una acción peculiar de la luz que no á una térmica. Para demostrarlo, reemplaza el receptor de la figura 417 con el representado en la 418, que es un receptor de selenio de nueva forma.

Al terminar esta nota, no podemos pasar en silencio una aplicación de las leyes de la radiofonía debida al mismo físico. Trátase de un sistema de telegrafía para transmisiones

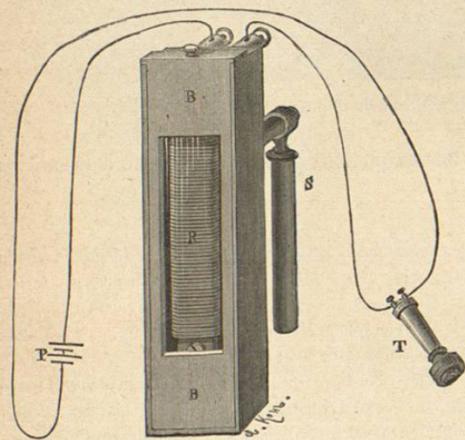


Fig. 418.—Receptor de selenio de Mercadier

múltiples y simultáneas. El inventor da á este sistema el nombre de *Teleradiófono electro múltiple autorreversible*. „Llamo *teleradiófono múltiple*, dice, á un sistema de telegrafía eléctrica en que los efectos radiofónicos son los que transmiten los signos. Con este sistema se puede además transmitir por un conductor cualquiera muchos signos *simultáneos*, á beneplácito en un sentido ó en sentido inverso, dimanando de aquí la calificación abreviada de múltiple autorreversible. Esta última palabra indica que la reversibilidad es automática; que no necesita aparatos accesorios, como líneas artificiales, relevadores diferenciales, etc.„ Según se dice, los ensayos hechos por el autor de semejante sistema han dado ya buenos resultados.

relojes en comunicación eléctrica con uno que sirva de regulador. Es un problema ya resuelto, y los sistemas con tal objeto ideados funcionan hace mucho tiempo, ya en los ferrocarriles ó ya en las ciudades, cuyos relojes públicos están arreglados de esta manera.

Pero hay otro problema resuelto también, y es el que consiste en aplicar la electricidad al movimiento del reloj regulador. A los aparatos de esta última clase se les suele dar el nombre de *relojes eléctricos*; los mecanismos que tienen por objeto transmitir á larga distancia el movimiento de un regulador ordinario han recibido el de *contadores electro-cronométricos*.

Por último, también se ha recurrido al fluido eléctrico para establecer la solidaridad necesaria entre cierto número de relojes, cada uno de los cuales tiene su motor y sus mecanismos separados, de modo que restablezca con regularidad la concordancia entre sus marchas independientes, modo de aplicación de la electricidad que parece prevalecer hoy en la práctica.

Los sistemas de estas aplicaciones son tan numerosos como los de la telegrafía, por lo cual habremos de limitarnos á describir, entre los tipos sancionados por la experiencia, uno ó dos que den á comprender perfectamente todo lo que hay de ingenioso en esta nueva aplicación del electro-magnetismo.

Nos ocuparemos ante todo de los contadores electro-cronométricos.

Dos partes distintas componen un sistema de esta clase, absolutamente como todo aparato telegráfico. Ante todo hay que considerar el mecanismo unido al reloj regulador, que tiene por objeto transmitir é interrumpir periódicamente y á intervalos iguales la corriente de la pila ó de cualquier otro electromotor. Esta corriente pone en movimiento al aparato receptor, es decir, al mecanismo que hace dar vueltas á la aguja de cada reloj: dicho aparato es el *indicador*.

Tomemos, por ejemplo, el contador electro-cronométrico de P. Garnier.

El reloj-tipo es un reloj ordinario. He aquí la sencillísima disposición mediante la cual se logra que este reloj dé paso é interrumpa sucesivamente la corriente en el circuito. La última rueda del mecanismo lleva en su eje un molinete *m* de cuatro dientes excéntricos, que en su rota-

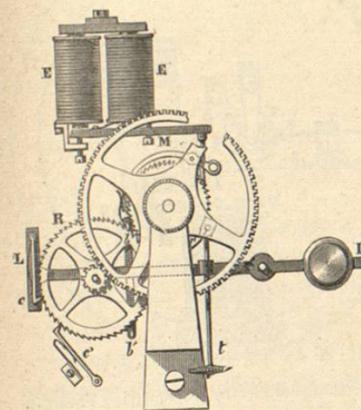


Fig. 420.—Indicador del contador electro-cronométrico Garnier

ción tan pronto levantan el gancho *d* de la palanca *l* como lo dejan caer. En el primer caso, representado en la figura 419, se ponen en comunicación los dos polos + y - de la pila en virtud del contacto de las dos palancas metálicas *t* y *l*, con lo cual se cierra el circuito y pasa la corriente. En el intervalo que media entre un diente y otro, cae la palanca *l*, cesa el contacto, se rompe el circuito y queda interrumpida la corriente. Los contactos de las dos piezas son de oro ó de este metal y platino, con objeto de evitar

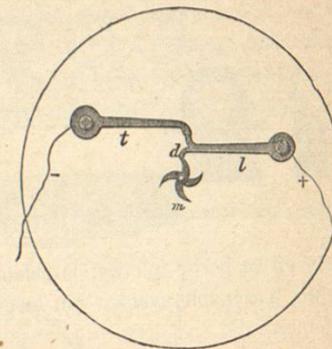


Fig. 419.—Mecanismo transmisor del contador electro-cronométrico Garnier

la oxidación que produce el paso de la electricidad. La figura 420 representa las partes más esenciales del *indicador* Garnier. Un electro-imán EE atrae ó repele, según que pasa ó se interrumpe la corriente emitida por el reloj-tipo, una armadura M, que á su vez levanta la palanca LL por medio de la varilla *z*. En uno de los extremos de esta

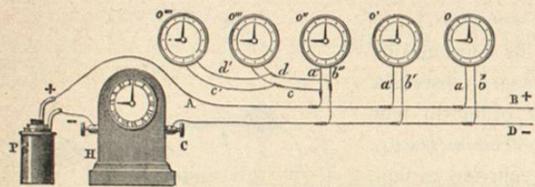


Fig. 421.—Enlace telegráfico del reloj-tipo y de los indicadores

palanca hay un trinquete *c* que al levantarse hace que avance un diente de la rueda R. Dos cuñas, *b* y *b'*, impiden que esta rueda avance más de un diente ó retroceda. Cuando se interrumpe la corriente, la armadura cae sobre el tornillo que una de las bobinas

tiene en su borde inferior; la palanca LL se baja, y el trinquete *c* pasa á coger otro diente, haciéndole avanzar tan luego como el circuito cerrado de nuevo anima el electro-imán.

El movimiento de la rueda dentada se transmite por engranajes situados convenientemente á la rueda que hace marchar las saetas de la esfera. Estando, pues, arreglados el reloj-tipo y el indicador para marchar acordes, continúan así mientras dura la acción de la pila y la corriente es bastante enérgica para atraer la armadura.

Digamos ahora cómo se enlaza una serie de indicadores con el reloj-tipo, y cómo pueden andar todos por el solo impulso del primero, sin que cualquier interrupción en alguno de ellos pueda influir en los otros.

De la pila P salen dos gruesos alambres ABCD, después de atravesar, según hemos visto, el reloj-tipo. De cada uno de estos alambres salen otros pares *ab*, *a'b'*, etc., de menor diámetro, que comunican con cada indicador *o' o''*..... Por este medio, el circuito principal se divide en tantos circuitos derivados como aparatos horarios hay, y comunica á cada uno de ellos el movimiento con entera independencia de los demás: de este modo se puede empalmar los hilos *cd c'd'*, de uno ó dos indicadores como *o' o''*, á los de otro *o''*.

Por lo dicho se ve que la gravedad es la que obra como fuerza antagonista en el contador de Garnier, resultando de aquí que estos aparatos no pueden funcionar sino con la condición de que se los coloque en posición vertical. La ventaja está en la constancia ó invariabilidad de esta fuerza, constancia que no existe cuando depende de la elasticidad de los muelles.

En el sistema Froment, el reloj-tipo era en un principio un reloj ordinario con una rueda cuyos dientes rozaban á cada segundo con un muelle fijo. Este muelle consistía

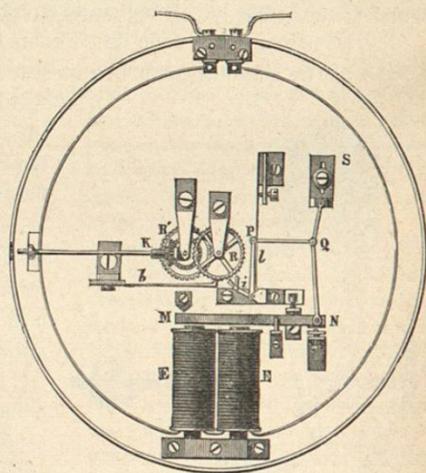


Fig. 422.—Contador electro-cronométrico Froment: indicador

en una delgada placa de oro puesta en comunicación con uno de los polos de la pila, al paso que la rueda lo estaba con el otro polo; por consiguiente, á cada segundo pasaba ó se interrumpe la corriente. M. Froment substituyó después el reloj-tipo con un regulador eléctrico.

Por lo que hace al contador ó indicador, es tal como lo representa la figura 422. La armadura MN se compone en su parte ON de un apéndice de cobre con el cual se articula un sistema de dos palancas SPQN cuyos brazos SQ, QN tienden á enderezarse cuando la corriente atrae la armadura. La varilla PQ actúa entonces sobre la palanca acodada P*z*, y el trinquete *z* hace adelantar un diente de la rueda R. Cuando la co-

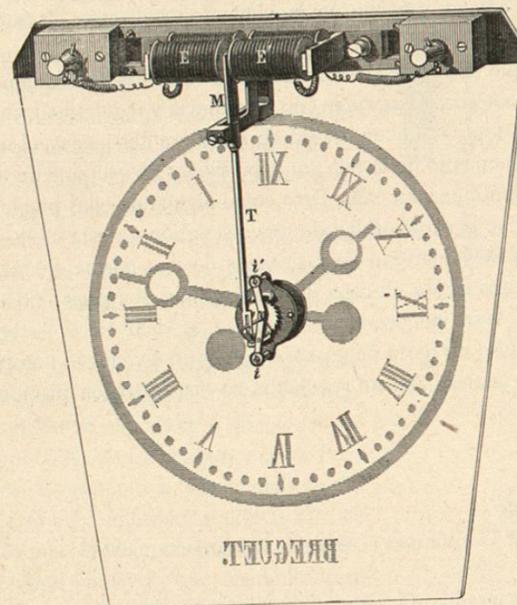


Fig. 423.—Farol-reloj de M. Breguet

rriente se interrumpe, la armadura vuelve á su posición por la acción del muelle *z*, los brazos SQN se doblan en sentido contrario, y el trinquete *z* se separa de la rueda dentada, impidiendo el trinquete *b* todo movimiento de retroceso.

El piñón de otra rueda dentada R' comunica el movimiento á las saetas del reloj, y un engranaje de rueda de ángulo permite ponerlo en hora mediante la varilla K, terminada en un cuadrado que va á parar á la circunferencia del cuadrante.

La originalidad del contador Froment está principalmente en el uso del *repartidor* SPQN. Este intermediario mecánico tiene por objeto proporcionar la resistencia con la fuerza atractiva del electro-imán sobre la armadura, atracción que llega á su máximo cuando la distancia es la menor posible, es decir, en el momento del contacto, y por lo tanto en el instante en que el movimiento va á cesar será cuando la velocidad de las piezas llegue á su máximo, lo cual presentaría un grave inconveniente para el mecanismo. Gracias al repartidor en cuestión, la resistencia crece en la misma proporción que la atracción, de suerte que la fuerza atractiva del electro-imán subsiste así constante.

Los *faroles-relojes* no son otra cosa sino faroles de gas dentro de los cuales están colocados los contadores y que en uno ó dos de sus cristales llevan las esferas horarias. Nollet en Gante, Detouche en París y Breguet en Lyon han construido aparatos de esta clase. La figura 423 representa exterior é interiormente uno de los veinticuatro faroles-relojes instalados en Lyon por M. Breguet. Vese en él que los electro-imanés E E' son dobles, estando situados de tal suerte que sus polos opuestos se miran y por lo tanto la armadura M, que está imanada, se halla á la vez atraída por el uno, repelida por el otro y á la inversa, según que la corriente circula por uno ú otro de los electro-imanés. La varilla T unida á dicha armadura actúa, por medio de una horquilla provista de una clavija metálica, sobre dos piezas ó trinquetes *ii'* que hacen las veces de áncoras de escape, y ponen en movimiento los dientes de una rueda cuyo eje lleva el minuterio.

No hay para qué decir que se necesita mucha vigilancia y cuidado para que los contadores electro-cronométricos funcionen con constancia y regularidad, cualquiera que sea el sistema que se adopte. El buen estado de las diferentes piezas, el del reloj-tipo y sobre todo el entretenimiento de la pila son condiciones absolutamente necesarias, y tanto, que juzgamos inútil encarecerlas. Pero como alguna de ellas puede faltar, claro está que lo que constituye la superioridad de una instalación de esta clase sobre los relojes ordinarios, esto es, la solidaridad de los relojes de una misma ciudad ó de una línea, sería un grave inconveniente en caso de interrupción. Así pues, no tan sólo importa que los contadores sean independientes como se ha visto en el sistema Garnier, sino también que el impulso no parta de un solo regulador; dividiendo una ciudad en barrios, en cada uno de los cuales haya un regulador, se disminuye en proporción igual el inconveniente indicado.

II

RELOJES ELÉCTRICOS PROPIAMENTE DICHOS

En el libro consagrado á la *Gravedad* vimos que la fuerza motriz de los relojes emana de un peso ó de un muelle, y que el péndulo sirve para regular el movimiento comunicado á las ruedas por el motor. La regularidad de su marcha depende de la regularidad con que se efectúen las oscilaciones del péndulo, cuyas oscilaciones deben ser invariables en lo posible. Por lo demás, la reacción del áncora de escape mantiene el movimiento del péndulo.

El problema que han procurado resolver los inventores de relojes eléctricos consistía en dar al péndulo, directamente y sin emplear el motor ni las ruedas comunes, un impulso emanado de la electricidad y á propósito para perpetuar y regularizar su movimiento. He aquí algunos ejemplos de péndulos eléctricos en que se ha realizado esta condición:

El que representa la figura 424 es uno de los más antiguos; fué inventado por un diestro relojero de Beauvais, llamado M. Verité.

El péndulo B, suspendido de un sistema de muelle ó isócrono, lleva un travesaño rígido AD provisto de dos clavijas que se mueven libremente dentro de dos campanas metálicas C y C'.

Estas están suspendidas á su vez, mediante unos alambres de plata muy finos armados de contrapeso *pp*, de una báscula horizontal, cuyos dos brazos están aislados en

su punto medió por una pieza de marfil. Dos electro-imanés E y E' tienen sus polos situados enfrente de dos armaduras de hierro dulce sostenidas por la báscula, y cada uno de ellos enlazado eléctricamente con el brazo respectivo de dicha báscula y por otra parte con uno de los polos de la pila: el otro polo comunica por un hilo con el sistema de suspensión del péndulo.

Cuando éste se halla en reposo ocupando una posición vertical, las clavijas del travesaño AD no están en contacto con ninguna de las dos campanas metálicas; pero si el péndulo se pone en movimiento á la derecha, por ejemplo, verificase el contacto con la de la derecha. En virtud de este contacto, el circuito queda cerrado y anima al electro-imán E' que atrae el brazo derecho de la báscula. La campana C' se baja, y por su peso actúa sobre la clavija, imprimiendo al péndulo un impulso que le da un movimiento retrógrado.

A causa de este movimiento, cesa el contacto de la clavija con C' y se interrumpe la corriente; mas al desviarse el péndulo hacia la izquierda, ocasiona el contacto de la clavija del mismo lado con la campana C; ciérrase el circuito; el electro-imán E actúa sobre el brazo izquierdo, y la campana C pesa á su vez sobre el lado A del travesaño del péndulo, y así indefinidamente.

El reloj eléctrico de Froment (fig. 425) recibe su movimiento de la acción periódica de un peso *p*, que se apoya en un tornillo lateral siempre que se cierra el circuito. He aquí cómo está dispuesto y cómo funciona el regulador. El péndulo B, suspendido de un muelle isócrono, está en comunicación directa con el polo positivo de la pila: el otro polo se halla empalmado al hilo del electro-imán E, que comunica con una placa de muelle, á cuyo extremo está soldado el peso *p*. El brazo R de una palanca RL sostiene esta placa y el peso, cuando está abierto el circuito; el otro brazo L lleva una armadura, atraída por un electro-imán siempre que se cierra el circuito y pasa la corriente. Ahora bien, cada oscilación del péndulo da lugar á que se abra y cierre sucesivamente el circuito. Durante la mitad de la oscilación que se efectúa hacia la izquierda, el tornillo toca el peso *p*, el circuito se cierra, la armadura es atraída, y el brazo R de la palanca deja de sostener la placa y el peso, que actuando sobre el tornillo, y por consiguiente sobre el péndulo, imprime á éste un impulso retrógrado. Entonces el contacto cesa, el circuito se rompe, la armadura recobra su posición primitiva, y el peso deja de ejercer su acción. Por lo demás, dos tornillos V y V' limitan el movimiento de avance del brazo L de la palanca. Así pues, y según se ve, la acción de un peso constante es la que á cada oscilación mantiene el movimiento del péndulo.

El regulador de Roberto Houdin está representado en la figura 426. El muelle de suspensión del péndulo P está en o' en comunicación con el polo positivo de la pila, y se halla provisto de dos brazos arqueados B y B' que se ponen alternativamente en contacto con dos placas de muelle y cierran así el circuito, ora por el electro-imán E' ó bien por el E'.

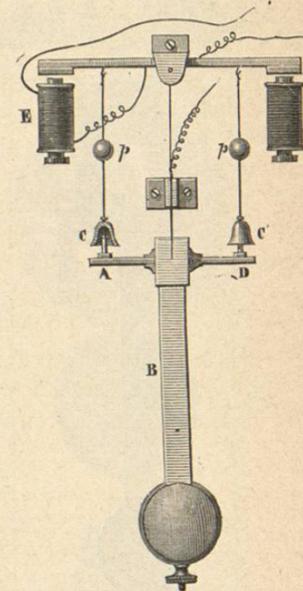


Fig. 424.—Reloj eléctrico Verité

Supongamos que la oscilación del péndulo se efectúa hacia el lado derecho de la figura, y que el contacto se verifica en este caso por el brazo B. La corriente, siguiendo los hilos en el sentido indicado por la flecha, pasa por E'; atraído el brazo izquierdo de la armadura A A, levanta la placa de muelle que, por medio de las varillas l y l' de un trinquete, actúa sobre la rueda dentada para hacer que avance un diente de ella. El mismo movimiento levanta la masa l y lleva el gancho c' debajo de la placa, que se encuentra así engranada, al paso que la placa de la derecha se desprende del gancho c y puede actuar por su peso durante el movimiento retrógrado del péndulo. Entonces el contacto cesa, la corriente se interrumpe, la armadura de la izquierda no es ya atraída,

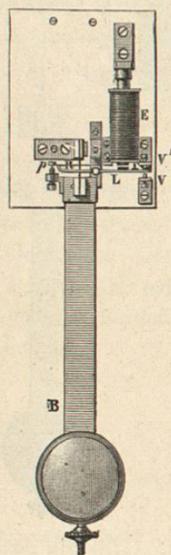


Fig. 425.—Reloj eléctrico Froment

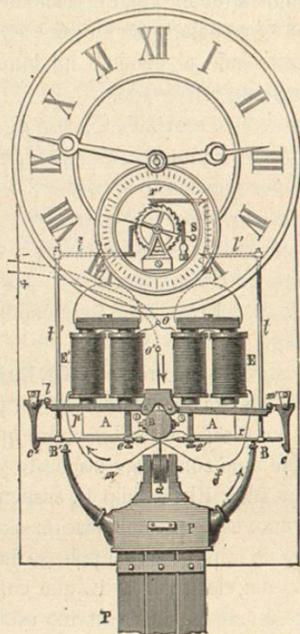


Fig. 426.—Reloj eléctrico Roberto Houdin

y la varilla l' se baja y repele el trinquete correspondiente por cima de un nuevo diente.

El movimiento del balancín hacia la izquierda produce el contacto de B' con la placa de muelle del mismo lado. La corriente circula al través del electro-imán E atrayendo la armadura, y en las piezas simétricamente colocadas se producen los mismos movimientos que acabamos de describir; de suerte que ahora es la placa de muelle de la izquierda la que, desprendida, obra por su elasticidad y su peso sobre el brazo B' del péndulo, y el trinquete r' hará avanzar á su vez un diente de la rueda. Mediante dos contrapesos ee' , que se pueden fijar á diferentes distancias en las placas de muelle, se regula la acción motora de estas placas, y por consiguiente la del péndulo mismo.

Ocupémonos también de un péndulo eléctrico muy ingenioso que, como los anteriores, puede construirse para funcionar solo ó para servir de regulador y de reloj-tipo á una serie de cuadrantes enlazados eléctricamente con él. Su inventor es M. Hipp, relojero de Neuchatel.

Describamos ante todo el mecanismo del regulador. Compónese de unas agujas á las cuales comunican el movimiento las oscilaciones de un péndulo. Mientras éstas con-

servan suficiente amplitud, la electricidad no interviene; pero si aquélla disminuye, la corriente obra por la atracción de los polos de un electro-imán, y un impulso devuelve al péndulo el movimiento necesario y lo mantiene con regularidad. Véase cómo.

El electro-imán E está fijado sólidamente debajo del péndulo, de modo que la línea de sus polos se halle un tanto al lado de la varilla en su posición vertical. El péndulo

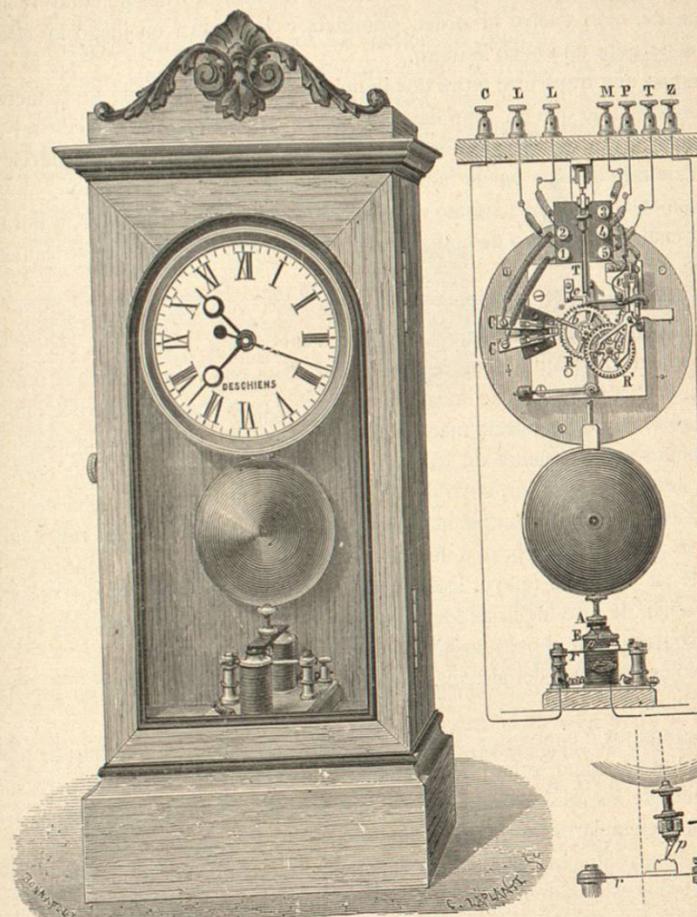


Fig. 427.—Vista exterior del reloj eléctrico Hipp

Fig. 428.—Detalles del mecanismo del regulador y distribuidor

lleva en A una armadura que á cada oscilación pasa á muy corta distancia de los polos (casi rozando con ellos). Debajo y en su extremo va fijada una paleta ó plaquita de acero p , articulada sobre un eje horizontal alrededor del cual puede moverse libremente, y terminada en forma de cuchilla. A cada oscilación del péndulo esta paleta va y viene con él y se corre, pero sin apoyarse en ella, sobre una pieza saliente provista de dos muescas, llamada el fiador, y que está sostenida por una placa de muelle r , la cual comunica por uno de sus extremos con el polo negativo de la pila. Cuando el movimiento del péndulo es de suficiente amplitud, la paleta traspasa el fiador, mas si dicho movi-