

debidos honores, pues que manda la rúbrica se las incense después de incensar al Crucifijo y se las haga inclinación y reverencia y se las enciendan luces que las alumbrén mientras están expuestas. Ultimamente se puso en los Misales y Breviarios una Misa y Oficio de las Santas Reliquias entre *Festis pro aliquibus locis* á fines de Octubre.

*Bibliogr.* Martigny, *Diction. des Antiquités chrétiennes* (Paris, 1877); Gaetano Moroni, *Dizionario di erudizione ecclesiastica* (Venecia, 1852); Domenico Aulfossi, *De SS. Reliquiarum cultu, veneratione, translatione atque identitate* (Brixiae, 1610); J. G. H. Greppo, *Dissertationes relativas à l'histoire du culte des reliques dans l'antiquité chrétienne* (Lyon, 1842); Eginhard, *Mon. Germaniae, Script.* (XV, 240 y siguientes); Kirsch, *Die Lehre von der Gemeinschaft der Heiligen S.*; Cabrol, *Dict. d'Archéol. et Liturg.* (Paris); *Wetzer und Wette's Kirchenlexikon* (Friburgo de Brisgovia, 1897); C. Stengel, *De reliquiarum cultu, veneratione ac miraculis* (Ingolstadt, 1624); F. Ferrandi, *Inquisitio reliquiarum* (Lyon, 1647); G. de Cordemoy, *Trailé des saintes reliques* (Paris, 1719); Lienhart, *Causa sanguinis et sanctorum*, etc. (Augustad., 1758). Pueden consultarse también los rubricuistas Soláns, Solá, de Herdt, Ferreres, Piacenza, Antoñana y F. Cotblet, *Le Sacrement de l'Eucharistie* (Paris, 1886).

**RELIQUIARIO.** m. ant. RELICARIO.

**RELIQUIAS** (NOSSA SENHORA DAS). *Geog.* Feligresía de Portugal, en la prov. de Alemtejo, conc. y comarca de Odemvia, dist. y obispado de Beja; unos 2,000 h. Sit. á 20 kms. de la cabecera del concejo. Agricultura, cría de ganado, Correo, Escuela, hotel.

**RELIZANE.** *Geog.* C. y mun. de Argelia, en la prov. de Orán, dist. y á 46 kms. ESE. de Mostaganem, sit. cerca de la der. del río Mina, á 68 m. de altura. Est. de empalme de los f. c. de Argel á Orán y de Mostaganem á Tiaret; unos 10,000 h., de los que la mitad aproximadamente son europeos. La tierra de sus cercanías es salada y exige mucha más agua que la de otra clase. Agricultura; cría de ganado de cerda en gran escala. A 3 ó 4 kms. aguas arriba de Mina tiene una importante presa de 13 m. de altura. Cerca de ella se ven unas ruinas romanas que corresponden seguramente á la Mina del Itinerario de Antonino. El nombre de RELIZANE es una corrupción del berberisco *Ir'il-izan* ó Loma de las Moscas. El municipio fué creado en 1857.

**RELMO.** *Geog.* Pobl. de la República Argentina, en el territ. de la Pampa, dep. Primero. Est. del f. c. á Daract.

**RELÓ.** m. fam. RELOJ.

**RELOCA.** *Geog.* Riach. de Chile; se forma de las aguas procedentes de la vertiente oriental del cerro de Ñame y en especial de la lag. de Totoral; corre al O., separando los dep. de Cauquenes y Constitución y des. en el mar por la ensenada de Chanco y á unos 7 kms. al N. de la c. de este nombre. Su nombre significa en araucano *zanjas ó conducciones de agua*.

**RELOCA.** *Geog.* Ald. de Chile, en la prov. de Maule, dep. de Chanco; unos 600 h. || Fundo en la prov. de Maule, dep. de Itata; unos 200 h. || Fundo en la provincia del Ñuble, dep. de Chillán; 700 h. Sit. en la marg. izq. del río Chillán.

**RELOCO, CA.** (Etim. — Del pref. *re* y *loco*.) adj. fam. Muy loco, rematado.

**RELOGIO.** m. ant. RELOJ.

**RELOGIO.** *Geog.* Río del Brasil, Est. de Río de Janeiro; des. en las Bengalas, á su vez tributario del Grande.

**RELOJ.** F. Horloge, montre, pendule. — It. Orologio. — In. Clock, watch. — A. Uhr. — P. Relogio. — C. Relotje. — E. Horlogo. (Etim. — Del lat. *horologium*, ó gr. *orologion*, reloj.) m. Máquina dotada de movimiento uniforme, que sirve para medir el tiempo ó dividir el día en horas, minutos y segundos. Según sus dimensio-

nes, colocación ó uso, así el reloj se denomina de torre, de pared, de sobremesa, de bolsillo, etc. || fam. Símbolo de exactitud, fijeza, orden, método.

**RELOJ DESCONCERTADO.** fig. Persona desordenada en sus acciones ó palabras.

**ADELANTAR EL RELOJ.** fr. Marcar éste más hora de la que realmente es. || **ADELANTAR UNO EL RELOJ.** fr. Hacer que señale una hora superior á la que marca. || **Tocar el registro á fin de que el volante gire con mayor velocidad.** || **AIRASAR EL RELOJ.** fr. Marcar éste menos hora de la que realmente es. || **ATRASAR UNO EL RELOJ.** fr. Hacer que señale una hora inferior á la que marca. || **Tocar el registro de modo que retrase ó retrarde su movimiento.** || **COMO EL RELOJ DE PAMPLONA, QUE APUNTA Y NO DA.** fr. fig. y comp. con que se suele manifestar que alguna persona empieza una conversación y no atina á acabarla, ó bien, que promete mucho y nada cumple. || **DAR EL RELOJ LA HORA.** fr. Sonar sucesivamente en él las campanadas correspondientes á la hora que es y la manecilla de su esfera designa. || **ESTAR UNO COMO UN RELOJ.** fr. fig. Estar bien dispuesto, con los humores bien equilibrados; estar sano y ágil. || **SER UN RELOJ DE REPETICIÓN.** fr. fig. y fam. Aplícase á las personas y más comúnmente á los niños, que repiten lo que oyen. || **SOLTAR EL RELOJ.** fr. Levantarlo el tope del muelle para que esté dando campanadas hasta que se acabe la cuerda.

**RELOJ.** *Tecnol.* Aunque antiguamente se usaron relojes dotados de movimiento uniforme, como los de aceite (por ejemplo), que luego describiremos, los usados corrientemente tienen un movimiento periódicamente uniforme, es decir, que marchan á saltos, como luego veremos.

Estos últimos, debidos al monje Gerberto, que luego fué el papa Silvestre II (947-1003), se componen esencialmente de un peso ó muelle que es la fuerza encargada



Reloj de sol en el Morden College Blackheath (1695)

de darle movimiento y de varias ruedas dentadas que lo transmiten á las agujas ó manecillas indicadoras y al mismo tiempo al aparato regulador del movimiento (péndulo ó balancín).

## Reloj de sol

Aparato que fundado en la variable posición del sol respecto de la tierra para cada instante, y por tanto, la variación de lugar de la sombra arrojada sobre una superficie plana ó curva, por un cuerpo iluminado por dicho astro, nos indica las diversas horas del día. Estos fueron los primeros relojes empleados por el hombre, llamados *cuadrantes* ó *piedras horarias*, atribuidas (no

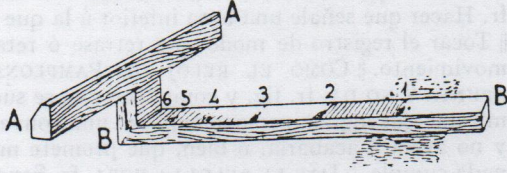


FIG. 1

Primer reloj de sol egipcio. (Museo de Berlín)

sabiendo por qué) al babilonio Beroso (600 años antes de J. C.), quien lo llevó á Grecia, donde fué perfeccionado por Tales de Mileto, Anaximandro y Eudoxo, llegando en el año 260 a. de J. C. su conocimiento á Roma. El reloj de sol fué conocido en Egipto. La figura 1 representa uno que se conserva en el Museo de Berlín. Por la mañana el travesaño *AA* se ponía de cara al E. y su sombra caía sobre el brazo *BB* en el punto que indica la figura, marcando así la hora primera. Al levantarse el sol se iba acortando la sombra y su sitio en el brazo dividido en seis partes señalaba la hora hasta llegar al mediodía. Al mediodía el travesaño *AA* se volvía hacia el O., y se medía entonces en el brazo *BB* la sombra que se alargaba. La introducción de estos relojes egipcios dió á conocer en Europa la hora duodécima. El reloj lleva el nombre de Tutmosis III, y, por tanto, tiene unos treinta y cuatro siglos de antigüedad. Los griegos adoptaron estos relojes unos mil años después de la época de Tutmosis. El travesaño *AA* ha sido restaurado según Borchardt. Se compone de una varilla llamada *estilo* y de una superficie plana sobre la que aquélla arroja su sombra, pero colocadas ambas de tal manera que en todas las épocas del año la sombra del estilo arrojada sobre la superficie pase á la misma hora exactamente por los mismos puntos. La construcción de estos relojes que antiguamente se hacía de una manera tosca y por tanteos, se hace por medio de la Descriptiva. Como en estos relojes no se necesita una precisión astronómica, se admite: 1.º que el movimiento del sol es uniforme sobre un mismo paralelo; 2.º que el sol, al moverse, describe cada día un círculo normal al eje de los polos, y cuyo centro estando siempre sobre dicho eje,

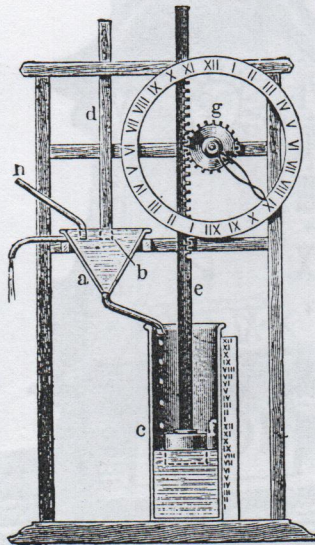


FIG. 1 bis

Reloj de agua egipcio

varía de posición para cada día; 3.º dada la pequeñez de nuestro planeta, comparado con cuanto le rodea, se admite también que cualquier recta que pase por el polo celeste y un punto de la tierra, se confunde

con el eje polar, y 4.º se consideran paralelos entre sí los rayos que del sol llegan hasta nosotros. Admitido esto, tracemos una recta, que tomaremos como estilo, que pase por el punto de la tierra donde queremos colocar el reloj y el polo celeste del hemisferio correspondiente; hagamos pasar por dicha recta 12 planos equidistantes entre sí, uno de los cuales coincide con el meridiano del lugar, y otro normal á los mismos pasando por el punto considerado. El paso de la sombra del estilo por cada una de las intersecciones de este último plano con aquéllos nos da las horas, siendo la de mediodía la intersección con el plano meridiano. Estos relojes, llamados *ecuatoriales* por ser sensiblemente paralelos al ecuador celeste, en la práctica no se usan por la dificultad de construir un plano con la orientación necesaria, empleándose solamente los llamados *cuadrante horizontal* y *cuadrante*

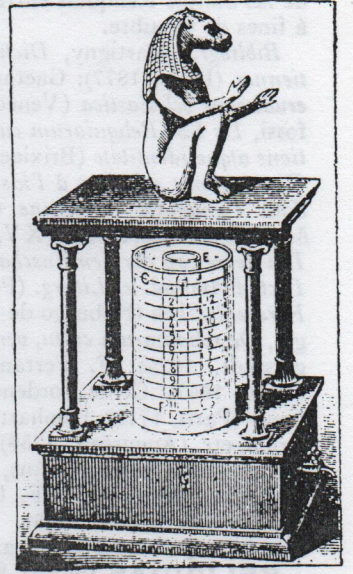


FIG. 2

Reloj hidráulico egipcio

vertical no declinante, calificados así porque en ambos se traza el reloj sobre un plano vertical; pero en el primero éste es normal al meridiano y en el segundo tiene una orientación cualquiera.

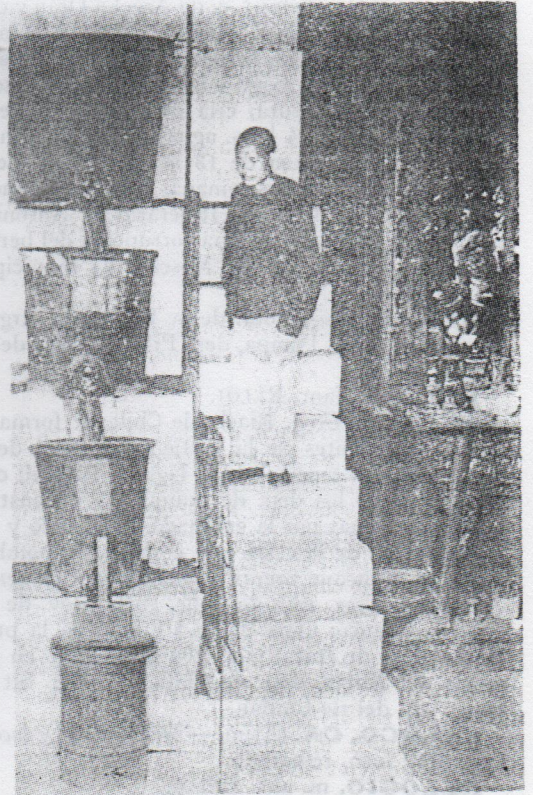


FIG. 3

Reloj de agua ó clepsidra. Cantón (China)

*Reloj de agua*

La necesidad de saber la hora aun en los días nublados y por la noche, que es cuando los solares no tienen aplicación, preocupó ya desde muy antiguo, apareciendo, según parece, durante el reinado de los Tolomeos, los llamados *clepsidras* ó *relojes de agua*, fundados en la regularidad (relativa) del descenso de la superficie de un líquido contenido en un recipiente que tiene un orificio pequeño de salida. Decimos relativa, porque la velocidad de salida depende de la presión, ó, lo que es lo mismo, de la diferencia de nivel entre el orificio y la superficie libre del líquido. Amoutons fué el primero que construyó uno de estos relojes teniendo en cuenta el error antes indicado, para lo cual calibró el recipiente de tal modo que los tiempos empleados en pasar la superficie del líquido de una división á la siguiente eran todos iguales entre sí, é iguales á una hora ó fracción de la misma. Los egipcios, hacia el año 300 antes de J. C., emplearon estos relojes, como puede verse en la figura 1 bis que representa uno del tipo de aquéllos, pero ya perfeccionados; pues en lugar del piñón y la cremallera de que luego hablaremos, tenían una polea y una cadena que pasaba por ésta y cuyos

extremos estaban unidos uno al flotador y el otro á un contrapeso. En lugar de un recipiente emplearon dos: uno *a*, que recibía el líquido y le echaba gota á gota sobre otro *c*, que al llenarse hacía subir un flotador *f* unido á la cremallera *e* que engranando con un piñón *g* solidario de una aguja, marcaba al girar sobre un cuadrante las horas del día. El recipiente *a*, que era de forma cónica y tenía un orificio lateral de desagüe para que la columna de líquido fuera constante, estaba ocupado casi totalmente por otro macizo *b* que nos servía introduciéndole más ó menos para graduar la salida del líquido y, por tanto, la marcha del reloj. Platón introdujo el reloj de agua en Grecia. En el año 157 antes de J. C. le llevó Escipión Nasica á Roma. Uno de los más curiosos de este tipo, por ser una verdadera obra de arte y tener figuras movibles y campanas para las horas, fué el que regaló Harum Raschid al emperador Carlomagno. Otro tipo de relojes son los llamados *hidráulicos* ó *clepsidras á rodaje*, usados ya desde los primeros tiempos de la era cristiana, y en los cuales la acción del agua movía un mecanismo de relojería. Uno de éstos presentó Blanc en 1827 á la Academia Real de Ciencias de París, el cual

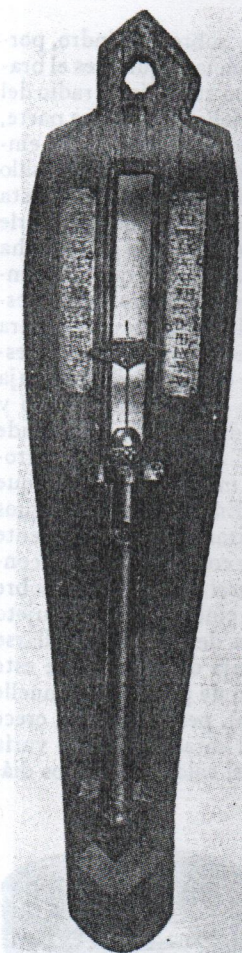


FIG. 4

Reloj de agua ó clepsidra (Colección del castillo de Norwich)

con un depósito de 1,500 litros, podía funcionar durante tres meses (figs. 2, 3, 4 y 5).

*Reloj de aceite*

Este reloj, llamado también *silencioso*, se componía, como puede verse en la figura 6, de un depósito cilin-

drico de cristal ó porcelana translúcida que tenía en la parte inferior una lamparita de aceite sin mecha con tubo de aspiración alimentada por el aceite que llenaba el recipiente y cuya altura descendía al arder en la lamparita, dando para cada altura la hora correspondiente. Se graduaba por comparación y tanteos, variando el orificio de salida del líquido.

*Reloj de arena*

Se compone de dos recipientes de cristal unidos por una estrangulación que hace de regulador para que la arena tamizada y perfectamente seca que llena el recipiente superior caiga lentamente en el inferior. El tiempo se mide por el que tarda la arena en pasar de una división á otra de las marcadas en el recipiente inferior ó superior. Una vez ha terminado de pasar la arena, tiene una disposición que permite invertir, con lo que puede funcionar nuevamente. Estos relojes, aunque muy antiguos y con una amplitud de tiempo á medir muy pequeña (en los que más de treinta minutos) aun tienen aplicación en medicina y para arte culinario (fig. 7);

*Relojes neumáticos*

Estos no son propiamente relojes sino más bien cuadrantes indicadores movidos indirectamente por un reloj central. Se llaman neumáticos porque es el aire el encargado de transmitir el movimiento del central á los cuadrantes indicadores. En 1886 se instaló en París por el municipio un reloj de estos, distribuyendo la hora simultáneamente para el servicio público (colocando cuadrantes en los faroles) y para particulares, resultando sumamente cómodo y práctico por la fijeza y seguridad, no necesitando casi ningún cuidado para su conservación. Una instalación de estas se compone en términos generales de lo siguiente: 1.º una instalación central compuesta por: *a*) un compresor encargado de llenar unos depósitos de aire á 7 ú 8 atmósferas; *b*) un reloj normal llamado *director* que cada minuto ó segundo verifica una maniobra sobre el distribuidor; *c*) éste, al recibir dicha maniobra, manda una cierta cantidad del aire comprimido por la tubería á cada uno de los cuadrantes, haciendo que la aguja de éstos avance un minuto ó segundo; 2.º los cuadrantes receptores ó indicadores de la hora, llamados, como hemos dicho, *relojes neumáticos*, y 3.º las tuberías de distribución. El reloj director es un cronómetro compensado corriente al que se ha añadido un mecanismo sencillo que hace

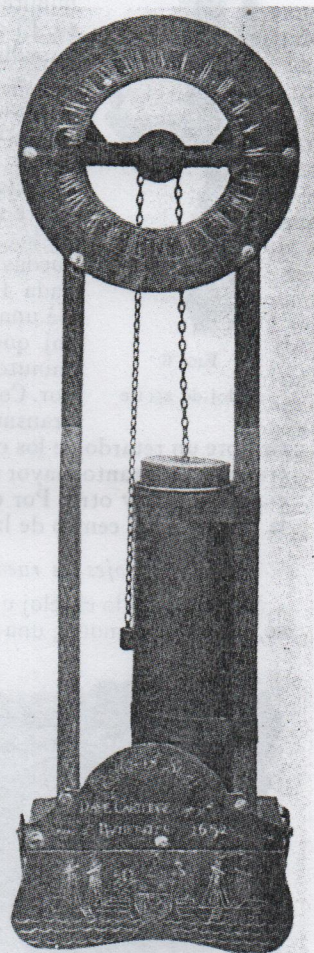


FIG. 5

Reloj de agua con esfera de veinticuatro horas y los signos del Zodíaco. (De la ciudad de Rutherglen, 1652)

girar una excéntrica produciendo cada minuto ó segundo un escape que pone en juego el aparato de distribución. Los relojes cuadrantes indicadores que reciben impulso cada minuto se componen, como puede verse en el esquema de la figura 8, de un fuelle *F* que al recibir por *B* el aire del director hace girar la palanca *O' P* sobre su eje *O'*, hasta que toca en el tope *T*. Esta palanca tiene un trinquete *G'* que al subir hace avanzar un diente á la rueda dentada *R''* de 60 dientes solidaria del piñón *r* y de la aguja minutera que se mueve en la esfera. El otro trinquete *G*, sirve para impedir el retroceso de *R''* al descender la palanca *OP*. El piñón *r* engrana en la *R'*, que á su vez es solidaria del piñón *r'* que engrana con la *R* unida á la aguja horaria del reloj y que gira á frotamiento suave sobre el eje de *O*. Calculando los piñones *r* y *r'* así como las ruedas *R'* y *R* de tal modo que cada 12 ó 24 vueltas de *R''* la *R* dé una solamente, tenemos un reloj que nos marcará las horas y minutos al unísono con el director. Como la presión del aire no se transmite instantáneamente, hay

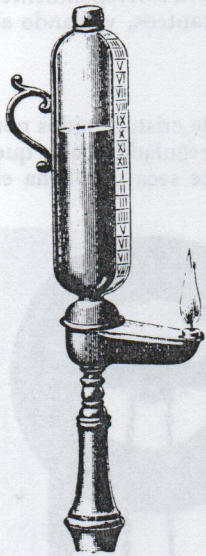


FIG. 6  
Reloj de aceite

siempre un retardo de los cuadrantes respecto del central, que será tanto mayor cuanto mayor sea la distancia entre uno y otro. Por esta razón conviene colocar la central en el centro de la red de distribución.

*Relojes de ruedas no eléctricos*

*Motor.* Siendo el reloj un aparato que ha de moverse, necesita un motor, una fuerza que venciendo todas las resistencias (útiles y pasivas), le ponga en movimiento. La fuerza que primeramente le ocurrió emplear al hombre, por ser la más sencilla de aprovechar, fué la acción de la gravedad. Luego se fueron usando la elasticidad de un muelle, el aire comprimido y, por último, la electricidad. Solamente nos ocuparemos ahora de las dos primeras, dejando las otras dos para los artículos correspondientes á relojes neumáticos y relojes eléctricos, respectivamente. El aprovechamiento de la gravedad como fuerza motriz, consiste en arrollar un cordón, cuerda de guitarra ó cadena, sobre el

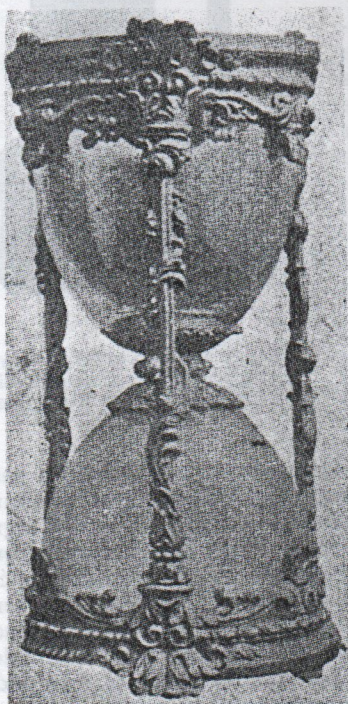


FIG. 7  
Reloj de arena, depósitos de cristal y soportes de bronce. (Pertenece á Napoleón I)

eje de la rueda motora ó sobre un cilindro concéntrico con él y colgar del extremo libre un cierto peso, que depende de la resistencia del reloj. La fuerza, aunque pare-

ce matemáticamente constante, no lo es porque á medida que la cuerda ó el cable se desenrolla, va aumentando la potencia, puesto que al peso motor hay que añadir el creciente de la cuerda, esto si suponemos que es

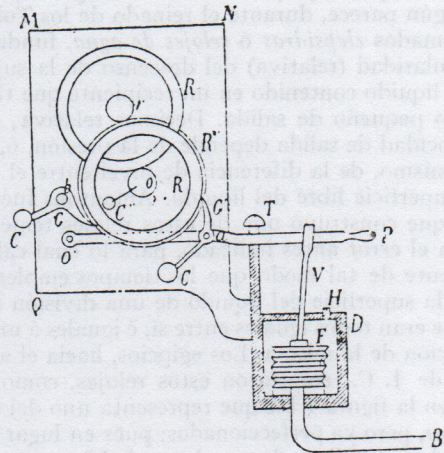


FIG. 8  
Receptor de un reloj neumático

suficiente arrollar una sola capa sobre el cilindro, porque si es necesario más de una, en las siguientes el brazo de palanca es mayor por serlo también el radio del nuevo cilindro sobre el que va arrollado. Por otra parte, para un reloj de torre ó los caseros de pared, puede emplearse ese motor, pero lo que es en un reloj de bolsillo ó de muñequera, difícilmente lo emplearíamos. Esta ha sido la causa de buscar otra fuerza, que no varíe aunque se cambie la posición del reloj. La solución ha sido mediante los llamados *muelles reales*, que son simplemente una cinta de acero templado arrollada en espiral, encerrada en una caja cilíndrica de poca altura á la cual va unido el extremo exterior del muelle, estando sujeto el interior al eje de dicho cilindro. La caja cilíndrica tiene la tapa inferior de mayor diámetro y tallado, siendo la rueda motora del reloj. Se comprende fácilmente que á medida que el muelle se va desarrollando, disminuye la fuerza del mismo, resultando que la constancia tampoco existe. En los relojes antiguos de bolsillo empleaban para evitar este inconveniente la disposición de la figura 9, que como puede verse consiste en una pieza llamada *caracol* ó *barrilete* *db* sobre la cual se arrolla una cadena ó cinta *c*, estando sujeto un extremo en *b* y el otro en *a* después de arrollarse sobre la parte exterior de la caja del muelle. De este modo resulta que como el brazo de palanca del muelle es constante (por ser cilíndrico), pero su fuerza crece al arrollarse y en cambio en el caracol el brazo varía desde el diámetro en *d* al en *b* si calculamos estos diá-

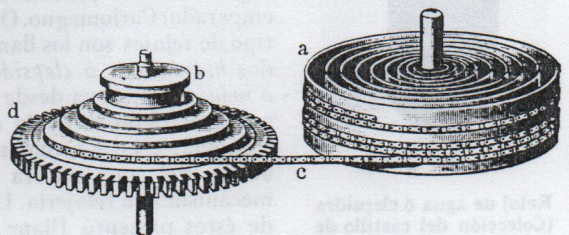


FIG. 9  
Caracol y caja del muelle de un reloj de bolsillo

metros límites en relación con la variación de fuerza del muelle y hacemos que cuando ésta aumente, disminuya el brazo de palanca del caracol, tendremos resuelto el problema. Hoy el artificio anterior no se emplea,

gracias á los perfeccionamientos del llamado *regulador* de que luego nos ocuparemos.

**Transmisión.** El movimiento de la rueda motora se transmite al regulador y las agujas indicadoras de la hora mediante un sistema de engranajes compuesto de ordinario de varios ejes paralelos, en cada uno de los cuales van montados una rueda dentada y un piñón colocadas de tal modo que la rueda motriz transmite el movimiento al piñón de la inmediata, cuya rueda engrana á su vez con el piñón de la siguiente y así sucesivamente hasta llegar á la esfera y el regulador. En la esfera hay dos ó tres ejes concéntricos, correspondiendo cada uno á la aguja horaria, minutera y secundaria de tal

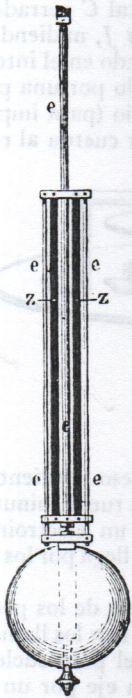


FIG. 10  
Péndulo de rejilla

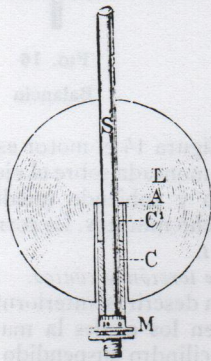


FIG. 11  
Péndulo de acero-níquel de Riefler

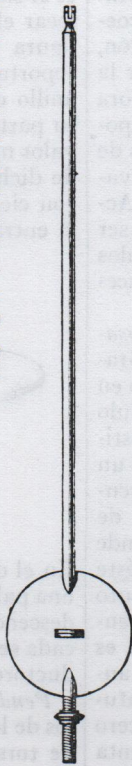


FIG. 12  
Péndulo de mercurio de Riefler

modo que cada 60 vueltas de la secundaria, la minutera de una y cada 12 de ésta le corresponde á la horaria también una solamente. La esfera está en su borde dividida en 60 partes correspondientes á los minutos, cada 5 de las cuales corresponde en la aguja horaria á una hora por lo que hay en el círculo 12 cifras romanas ó latinas para la aguja horaria. Como se ve, un movimiento angular muy pequeño de la rueda motora corresponde á varias vueltas de la aguja secundaria, lo que permite funcionar un reloj varias horas y hasta días sin necesidad de reponer la tensión del muelle ó *dar cuerda*, como se dice corrientemente. La ley de velocidades que rige á todo sistema de ruedas dentadas nos permite, calculando el radio y número de dientes de las ruedas y piñones, hacer que las velocidades angulares sean las necesarias.

**Regulador.** Si al sistema de ruedas de un reloj (descrito al hablar de transmisiones) le aplicamos una fuerza constante, obtendremos en las agujas un movimiento uniformemente acelerado, pero nunca el uniforme que buscamos. Para obtener éste consta el reloj del llamado *regulador*, que en síntesis es un mecanismo compuesto de una pieza llamada *trinquete* que unida á un péndulo ó á un balancín en intervalos iguales de tiempo deja avanzar un diénte á una rueda llamada *catalina*, resultando, por tanto, el reloj con movimiento periódicamente uniforme, ó sea que las agujas avanzan ángulos iguales en tiempos también iguales, pero de un modo discontinuo.

Los reguladores se dividen, por tanto, en dos tipos, los de péndulo y los de balancín, correspondiendo los primeros á los relojes fijos, los astronómicos de precisión, los de torre y los de pared, y los segundos á los transportables, de bolsillo y cronómetros. Estudiemos

primero el péndulo y el balancín para luego ver su aplicación á los reguladores.

**Péndulo.** Sabemos que péndulo es todo cuerpo pesado suspendido por un hilo, varilla, ó por varias varillas suspendidas de un punto. El tiempo de duración  $t$  de la oscilación de un péndulo, si son pequeñas, viene

dado como sabemos por la fórmula  $t = \pi \sqrt{\frac{l}{g}}$ , lo que

nos dice que es directamente proporcional á la raíz cuadrada de su longitud  $l$ , ó sea la distancia del centro de gravedad del cuerpo pesado al punto de suspensión y en razón inversa de la raíz cuadrada también de la intensidad de la gravedad. Por tanto, un mismo péndulo tiene diferentes períodos para los distintos puntos de la tierra, por variar  $g$ . La variación del período al variar  $l$  tiene la ventaja de que puede ser el necesario para la marcha exacta del reloj, y tiene el inconveniente de que al variar la temperatura varía también su período, por variar su longitud. Con objeto de que el rozamiento en la suspensión sea mínimo, se suspende la varilla de un prisma ó *cuchillo* de acero de arista horizontal que se apoya sobre dos planos de ágata. Es más frecuente y da mejores resultados suspender la varilla de una ó dos láminas delgadas de acero templado (que se deforman en cada oscilación) sujetas en la parte superior á un taco de bronce, que se fija á la platina del reloj. Con esto la resistencia debida al rozamiento se ha substituído por la correspondiente á la deformación de las láminas de acero. También para reducir al mínimo la resistencia del péndulo, por su rozamiento con el aire, se construye el peso de forma de lenteja, llamado así, con bordes muy finos, siendo su plano el de oscilación. La varilla tiene en la parte inferior una tuerca, sobre la que se apoya la lenteja, variando de este modo la longitud del péndulo. La marcha irregular de los relojes por la variación de longitud del péndulo debida á los cambios de temperatura se corrige con los péndulos llamados *compensados* de los cuales diremos solamente los más usados.

**Péndulo compensador de rejilla.** En éstos, inventados por Harrison en 1728, la varilla única está substituída por varias de diferente coeficiente de dilatación (fig. 10). La lenteja cuelga de dos varillas de acero  $ee$ , sujetas en sus extremos por unas barras de latón. La barra superior lleva sujetas también dos varillas de zinc  $zz$  cuyos extremos inferiores están sujetos á otra barra de latón que no está fija á las de acero, pero sí á la varilla central, también de acero, del péndulo. Al aumentar la temperatura las varillas de zinc se dilatan fuertemente y las de acero en menor cantidad, pero como el sistema está montado como si sólo hubiera una varilla de zinc y dos de acero, resulta de este modo que la longitud del péndulo es constante.

**Péndulo de acero-níquel de Riefler.** Este se compone (fig. 11) de la varilla  $S$  del péndulo que tiene en su ex-

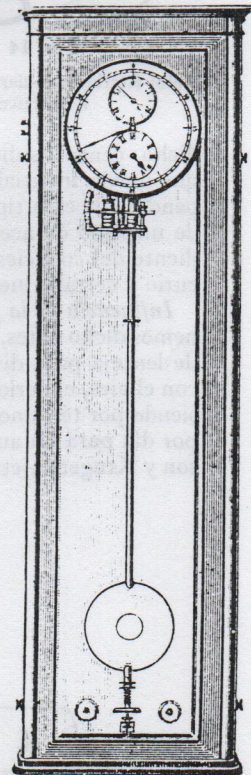


FIG. 13  
Reloj astronómico con péndulo de acero níquelado Riefler y compensación de presión atmosférica

tremo inferior la tuerca reguladora *M*, sobre la que se apoyan unos tubos de acero-níquel *C C'*, que soportan la lenteja *L*. Como una pequeña

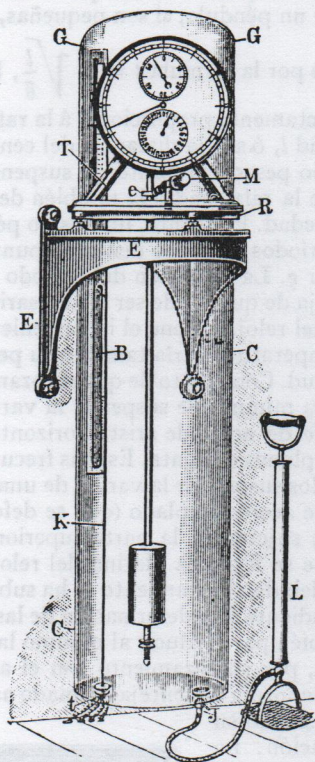


FIG. 14

Reloj Riefler con cierre de cristal hermético

dicho centro sube la misma cantidad, resultando que queda invariable. La figura 12 nos representa un péndulo de este tipo debido á Riefler, que se compone de un tubo de acero lleno hasta cierta altura (dependiente del coeficiente de dilatación del acero) de mercurio y cerrado luego herméticamente.

*Influencia de la presión atmosférica.* Aunque, como hemos dicho antes, se construyen los péndulos en forma de lenteja para disminuir en lo posible el rozamiento con el aire, el período varía con la presión atmosférica, siendo por término medio el retardo de 0,015 segundos por día para un aumento de presión de 1 mm. Robinson y Kruger sujetaron al péndulo un barómetro ó ma-

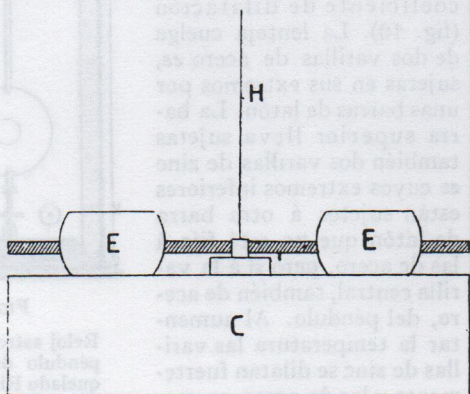


FIG. 15

nómetro, con lo cual al aumentar la presión y, por tanto, disminuir el período, subía una cierta cantidad de mercurio que haciendo subir el centro de gravedad, compensaba el aumento de presión, permaneciendo cons-

tante aquél. Riefler obtuvo idénticos resultados con un barómetro aneróide (fig. 13). Cualquiera de los sistemas anteriores compensa de un modo aproximado las variaciones debidas á la presión, pero el único medio exacto es el empleado también por Riefler, que consiste en colocar el péndulo en el vacío, como puede verse en la figura 14. El reloj está sostenido por el anillo *R*, que soporta la campana *G*. En la parte inferior de dicho anillo está sujeto un cilindro de cristal *C* cerrado en su parte inferior. El vacío se hace por *J*, midiendo su valor mediante un barómetro *B* colocado en el interior de dicho cilindro. Este está atravesado por una pieza con cierre de prensaestopas ó mercurio (para impedir la entrada de aire) que sirve para dar cuerda al reloj.

*Péndulo compensador de mercurio.* Graham fué el primero en emplear un péndulo de esta clase. Substituyó la lenteja por un tubo lleno de mercurio hasta 15 cm. de altura. Se comprende fácilmente que en éste la distancia del punto de suspensión al centro de gravedad es constante, pues al aumentar la temperatura, la varilla de acero del péndulo aumenta de longitud, ó sea que el centro de gravedad baja, pero al dilatarse el mercurio, el centro de gravedad sube la misma cantidad, resultando que queda invariable. La figura 12 nos representa un péndulo de este tipo debido á Riefler, que se compone de un tubo de acero lleno hasta cierta altura (dependiente del coeficiente de dilatación del acero) de mercurio y cerrado luego herméticamente.

*Influencia de la presión atmosférica.* Aunque, como hemos dicho antes, se construyen los péndulos en forma de lenteja para disminuir en lo posible el rozamiento con el aire, el período varía con la presión atmosférica, siendo por término medio el retardo de 0,015 segundos por día para un aumento de presión de 1 mm. Robinson y Kruger sujetaron al péndulo un barómetro ó ma-

tante aquél. Riefler obtuvo idénticos resultados con un barómetro aneróide (fig. 13). Cualquiera de los sistemas anteriores compensa de un modo aproximado las variaciones debidas á la presión, pero el único medio exacto es el empleado también por Riefler, que consiste en colocar el péndulo en el vacío, como puede verse en la figura 14. El reloj está sostenido por el anillo *R*, que soporta la campana *G*. En la parte inferior de dicho anillo está sujeto un cilindro de cristal *C* cerrado en su parte inferior. El vacío se hace por *J*, midiendo su valor mediante un barómetro *B* colocado en el interior de dicho cilindro. Este está atravesado por una pieza con cierre de prensaestopas ó mercurio (para impedir la entrada de aire) que sirve para dar cuerda al reloj.

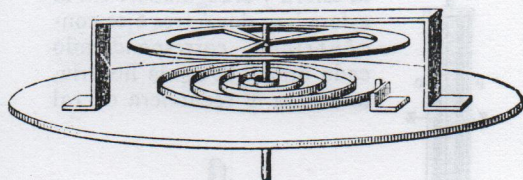


FIG. 16

Balancín

En el de la figura 14 el motor es un peso pendiente de una palanca montada sobre el eje de la rueda minutera, descendiendo y subiendo (mediante un electroimán) cada seis ó ocho minutos. La corriente llega por los conductores en *t*.

*Péndulo de torsión y cónico.* Además de los péndulos de lenteja descritos anteriormente hay los llamados de torsión, en los cuales la masa ó el peso suele ser (fig. 15) un cilindro suspendido en su eje por un hilo metálico. En lugar de oscilar como los anteriores, el cilindro gira alrededor de su eje dando una cierta torsión al hilo, que le obliga á girar en sentido contrario, continuando así las oscilaciones en los dos sentidos. Como el hilo suele ser bastante fino, el par de torsión es muy pequeño y siendo, además, el peso relativamente grande, el período es enorme comparado con los de lenteja. La regulación del mismo se hace mediante dos pesos *E* y *E'* que por un tornillo se pueden aproximar ó alejar del centro. Estos se emplean en los relojes llamados de cuatrocientos días. El péndulo cónico casi exclusivamente se emplea en los mecanismos de relojería de los telescopios. En éstos el péndulo describe un círculo completo.

*Balancín.* En los relojes transportables, es decir, en aquellos que han de estar constantemente variando de posición como los de muñequera, por ejemplo, no se puede emplear el regulador de péndulo, por necesitar, como veremos, una nivelación muy exacta, substituyéndole por el llamado *balancín*, que es simplemente, como puede verse en la figura 16, un volante sujeto á un eje que termina en dos puntas, cada una de las cuales, para que el rozamiento sea mínimo, se apoyan en conos de ágata ó rubíes, llamados *centros*. A este eje va unido el extremo interior de una espiral de acero, cuyo otro extremo está fijo á la platina del reloj en los antiguos, pues en los modernos está sujeta con un pitón al puente del volante ó balancín. En este sistema, si hacemos girar un ángulo al volante y le

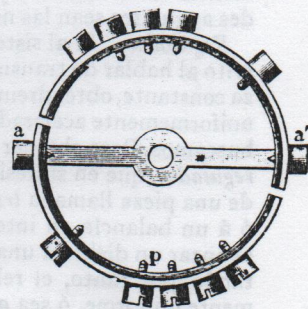


FIG. 17

Balancín de compensación

En el de la figura 14 el motor es un peso pendiente de una palanca montada sobre el eje de la rueda minutera, descendiendo y subiendo (mediante un electroimán) cada seis ó ocho minutos. La corriente llega por los conductores en *t*.

soltamos, por la acción del muelle, tenderá á volver á su posición de equilibrio, girando en sentido contrario al del impulso, pero en virtud de la iner-

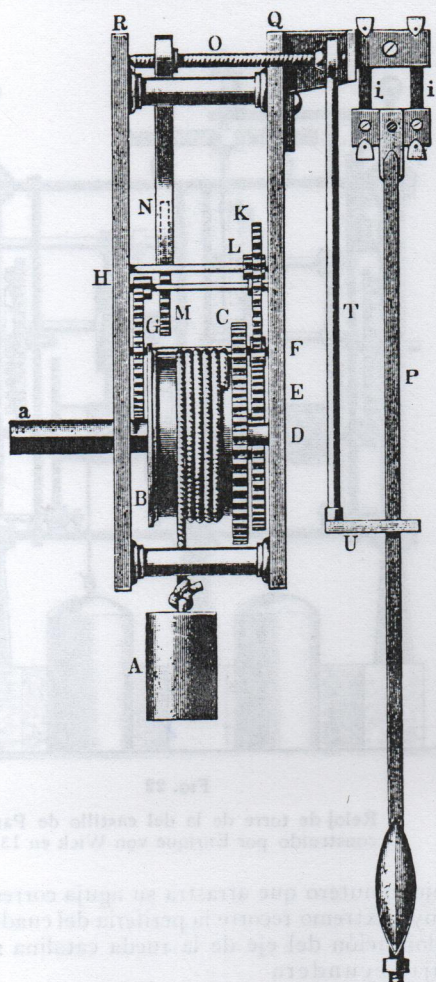


FIG. 18

Representación esquemática de un reloj de péndulo

cia del volante, al llegar á dicha posición, no se detendrá, sino que continuará girando, hasta que la torsión compense su fuerza viva, volviendo inmediatamente en sentido contrario y repitiendo así las oscilaciones, decrecientes siempre, hasta llegar al equilibrio. P. Leroy ha demostrado, y esta es la base de la aplicación á los relojes, que en un balancín cuya espiral sea de una determinada longitud, todas las oscilaciones, de cualquier amplitud que sean, son isócronas, y que si dicha longitud es demasiado larga, las oscilaciones grandes son más lentas que las pequeñas, y viceversa. Claro está que el muelle ha de tener perfecta uniformidad en todos sus puntos y su curvatura variar de un modo continuo. La fuerza del muelle y el peso del volante están íntimamente ligados, pues con facilidad se comprende que para una misma espiral, si el volante es muy ligero ó muy pesado, dará periodos de oscilación cortos con el primero y largos con el segundo del mismo modo que si con el mismo volante ponemos espirales de distinta fuerza. Así como en los reguladores de péndulo dijimos que para hacer que su período fuera el necesario para la marcha exacta del reloj se variaba su longitud, aquí se varía la del muelle. Esto se consigue mediante la llamada *aguja de roseta* ó *registro*, que es una aguja montada sobre un sector de círculo dividido y que puede girar á frotamiento suave sobre un eje concéntrico del volante y colocado sobre él. En la prolongación de su parte superior ostenta esta aguja un para-

dor delgado y una pieza llamada llave del *registro*, la cual cierra á la primera vuelta de la espiral dejándola funcionar entre el parador y la llave en un pequeñísimo espacio, de tal modo, que al girar la aguja limita la oscilación de dicha espiral y, por tanto, su longitud activa, aumentando ó disminuyendo su período. El círculo dividido lleva en un extremo una *A* y en el otro una *R*, en los relojes españoles, franceses y suizos, por ser las iniciales de *adelanto* ó *avance* y *retraso* ó *retard*, y en los ingleses *F* y *S*, iniciales de *Forward*, adelante, ó *Fast*, aprisa, y *Slow*, retraso. Claro está que al variar la temperatura varían las dimensiones del volante y, por tanto, su momento de inercia, así como la longitud del muelle, lo que ha obligado á construir los *volantes compensados*, los cuales en lugar de tener tres radios, no tienen más que dos en oposición. El volante (fig. 17) está seccionado en dos partes iguales, cada una de las cuales está unida por un extremo á uno de dichos radios. Además, está construído de dos láminas superpuestas, una de acero y otra de latón dispuestas de tal modo que la de mayor coeficiente de dilatación cae en la parte de fuera. Al aumentar la temperatura, cada semicírculo del volante se curva hacia dentro, reduciendo su radio, con lo cual las oscilaciones son más rápidas y compensan el retraso causado por la disminución de elasticidad del muelle, verificándose automáticamente la compensación. Los tornillos *a a'* sirven para regular el tiempo de duración de las oscilaciones, ó sea el período y los *o p* para regular la compensación.

Relojes de péndulo

Estos fueron los primeros relojes empleados ya en el siglo XIII en las torres de iglesias y castillos. Entre éstos merece citarse, por ser una verdadera maravilla, el que en 1370 colocó Enrique von Wick en la torre del castillo de París. Hasta fines del siglo XV no se emplearon para usos domésticos ni para observaciones astronómicas. En estos relojes la fuerza motriz es la acción de la gravedad, como ya hemos descrito actuando sobre el peso *A* (fig. 18) que cuelga de una cuerda arro-

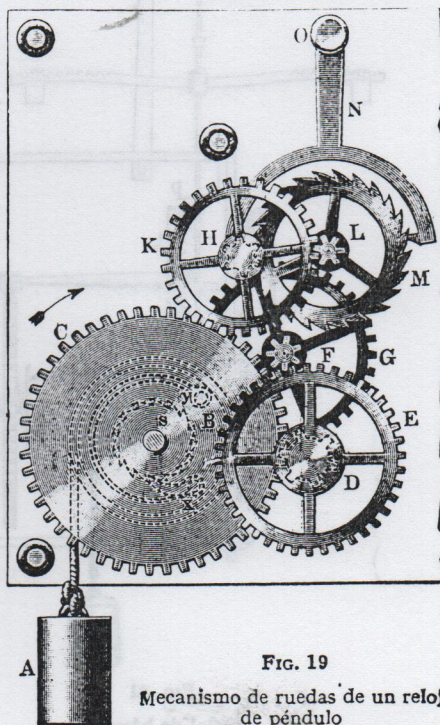


FIG. 19

Mecanismo de ruedas de un reloj de péndulo

llada sobre el cilindro *B*, que transmite el movimiento mediante la rueda *C* al piñón *D*, el cual mueve la rueda *E*. Esta engrana á su vez con el piñón *F*, que estando unido á la *G*, transmite mediante ésta el movimiento á

H y ésta por K al piñón L que está unido á la rueda catalina M. Si el período del péndulo fuera de un segundo, y M tuviera 60 dientes, daría ésta una vuelta por minuto y, por tanto, le podríamos unir al secundo

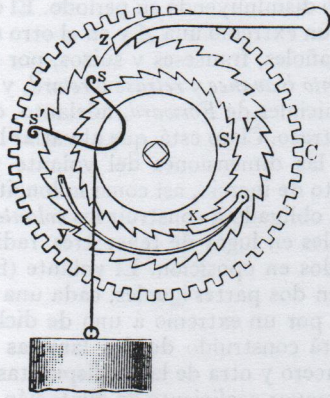


FIG. 20

Contrapeso en los relojes de péndulo

lamente el paso de un diente á cada desviación angular en cada sentido, por ser sus dimensiones tales, que al soltar uno de los extremos un diente de la rueda, el otro sujeta el opuesto. Además, como el áncora se mueve arrastrada por un péndulo, y éste con el tiempo se pararía, dicha áncora tiene los extremos inclinados en forma tal, que al soltar cada diente la rueda catalina le imprime en el brazo opuesto y, por tanto, al péndulo un pequeño impulso, suficiente para mantener el movimiento. Como indica la figura 18, el áncora N está ligada al péndulo P, mediante el eje O, la varilla T, y la horquilla U que le abraza. Siendo las oscilaciones del péndulo isócronas, como hemos visto, y avanzando la

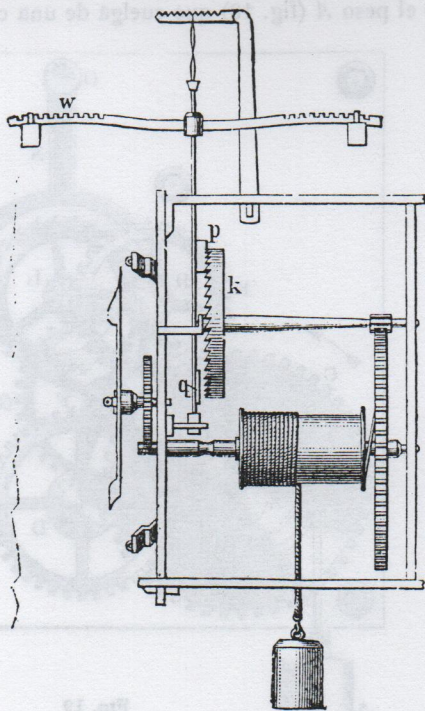


FIG. 21

Reloj de báscula

rueda catalina un diente para cada una de ellas, el reloj y, por tanto, sus agujas tendrán el movimiento periódicamente uniforme que buscábamos. Todo el reloj está montado sobre dos planchas de latón llamadas *platinas*

unidas entre sí por cuatro columnas y colocadas á una distancia tal que sirven de cojinete á las ruedas y piñones. Frente á la platina opuesta al péndulo y paralela á ella está el cuadrante ó esfera, en cuyo centro sobresale

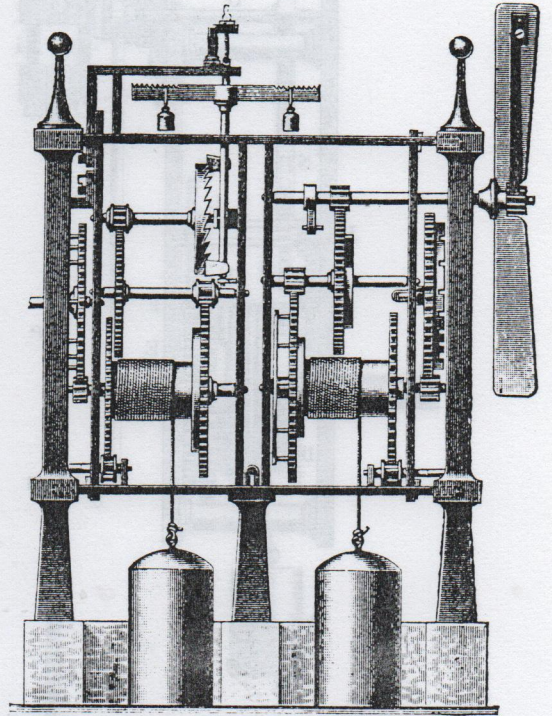


FIG. 22

Reloj de torre de la del castillo de París construido por Enrique von Wick en 1370

el eje minuterero que arrastra su aguja correspondiente y cuyo extremo recorre la periferia del cuadrante. Una prolongación del eje de la rueda catalina sostiene la aguja secunda describiendo un círculo excéntrico del anterior. Por último, la aguja horaria, de menor tamaño que la minuterera, está montada sobre un casquillo concéntrico del eje de aquélla y que recibe el movimiento de dicho eje mediante unos engranajes colocados entre la platina y el cuadrante, tales que reducen la velocidad en un doceavo ó en un veinticuatroavo, según la clase de reloj. En los astronómicos la aguja horaria, como la minuterera, están excéntricas en el cuadrante. Si la rueda C y el cilindro

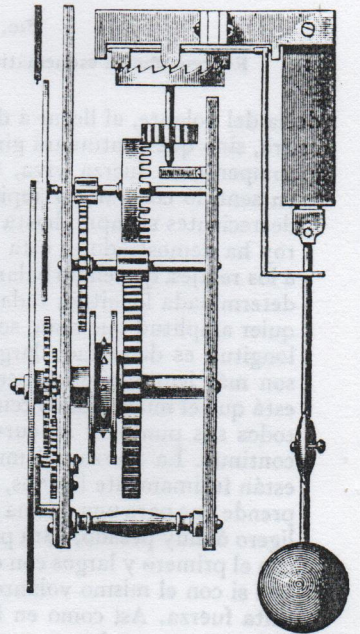


FIG. 23

Reloj de péndulo Huyghens

sobre el que se arrolla el cordón estuvieran rígidamente unidos, para dar cuerda sería necesario hacer girar todo el reloj en sentido contrario al de su marcha, operación penosísima. Para obviar este incon-



veniente, se une el cilindro al eje y á una rueda de escape *S*, quedando la *C* arrastrando el trinquete *X* y su muelle correspondiente *Y*. Con este sencillo mecanismo, si al extremo del eje *S* (siempre terminado en prima cuadrangular) le acoplamos una llave y mediante ésta le hacemos girar en la dirección de la flecha, el trinquete *X* que se apoya sobre *S* deja pasar los dientes de ésta permaneciendo la *C* en reposo y en el momento en que hayamos subido del todo el peso *A* y quitemos la llave, por la forma de los dientes de *S* queda ésta unida á *C* por intermedio del trinquete *X*, transmitiendo la fuerza del peso á todo el sistema. Se ve inmediatamente que durante la operación de dar cuerda á un reloj por este procedimiento, el reloj está parado, lo que en uno de precisión representa un grave inconveniente. Se subsana éste, mediante la disposición de la figura 20, en la cual, como se ve es el dispositivo anterior, con la única variación de unir el trinquete *X* no á *C* directamente, sino á la rueda *V* y ésta á *C* por intermedio del muelle *S S'*. Además, se ha añadido el trinquete *Z* fijo á la platina. Veamos qué ocurre de este modo. En primer lugar, la acción del peso se transmite á *S*, de ésta á *V* por medio del trinquete *X* y de *V* á *C* por el resorte *S S'*. En el primer momento de soltar el peso, el resorte *S S'* se contrae hasta que su fuerza contrarresta exactamente la acción del peso, es decir, que tenemos una energía potencial igual á la de dicho peso. Por efecto de esta contracción el trinquete *Z* ha dejado pasar un cierto número de dientes, número que va aumentando á medida que el reloj marcha. Cuando queramos dar cuerda al reloj hacemos girar, como ya hemos dicho, *S* en el sentido de las agujas de un reloj, y como *V* permanece quieto durante la operación en virtud del trinquete *Z* (que no le permite girar más que en sentido contrario), *V* queda fija, y como entre ella y la *C* hay el resorte *S S'* de fuerza igual al peso, el reloj continúa marchando.

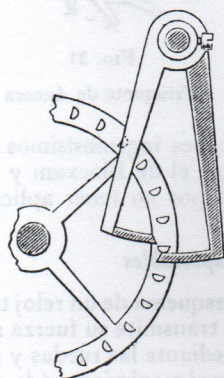


FIG. 14

Paso de indicador

En la parte superior lleva la varilla, otra perpendicular á ella *w* que tiene en sus extremos dos pesos que se pueden alejar ó acercar al eje. Las aletas *p* y *q*, al girar *w* alternativamente en un sentido ú otro, dejan escapar un diente de *k*, regulando así su movimiento. El período del péndulo *y*, por tanto, la marcha del reloj se regula variando la posición de los pesos *w*. Como puede verse en la figura 22, éste es el regulador empleado en el reloj del castillo de París. Como hemos visto que las oscilaciones de un péndulo no son isócronas si la amplitud es grande y la disposición anterior necesita que ésta lo sea, no se podía aplicar dicha disposición á los péndulos corrientes, has-

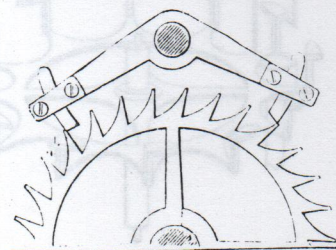
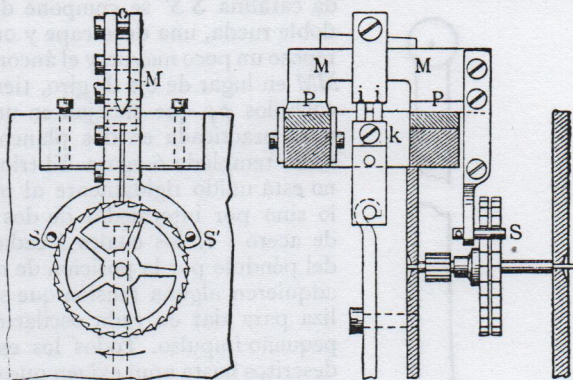


FIG. 25

Paso de áncora de Graham

ta que en 1656 Huyghens modificó el péndulo, suspendiéndolo de una hebra de seda (fig. 23) que se apoyaba, al oscilar á uno y otro lado, sobre una plancha doblada, obteniendo así el isocronismo para grandes amplitudes.



Figs. 26 y 27

Trinquete de péndulo Riefler

Además, colocó la rueda catalina horizontal para que el eje de giro de la báscula fuera también horizontal. Muy empleado también en los relojes antiguos fué el llamado *paso de indicador*, que tenía sobre el de báscula la ventaja de poder funcionar con pequeñas oscilaciones. En éste, en lugar de la rueda catalina dentada, tenía una en la cual, normal á la llanta, estaban sujetos unos semicilindros (fig. 24) equidistantes entre sí, y en lugar de la báscula un áncora en forma de tijeras cuyos extremos estaban doblados según dos círculos concéntricos difiriendo sus radios en el de dichos semicilindros y teniendo cortadas sus puntas en bisel de direcciones opuestas. Haciendo que los extremos del áncora estén en la horizontal que pasa por el eje de la rueda catalina y uniéndolo su eje á un péndulo corriente, cuyas oscilaciones den desviaciones iguales á uno y otro lado del diente que retiene, tendremos un excelente regulador del movimiento, que además, por la forma de los extremos del áncora, nos conserva las oscilaciones. Otro escape muy parecido al anterior, debido á Lepaute, es el llamado de *pasadores ó clavijas*, difiriendo solamente del anterior en que los semicilindros de la rueda catalina están á uno y otro lado de la misma y el áncora tiene un brazo por cada lado.

*Ancora de Graham.* El escape más corriente en los relojes de péndulo es el llamado de *áncora de Graham*, por haber sido este físico el que le perfeccionó. En él, como puede verse en la figura 25, las uñas (de ágata, zafiros ó rubíes) terminan en plano inclinado por la parte interior la una y exterior la otra, abarcando aproximadamente un tercio del número de dientes de la rueda catalina. El áncora va montada como todas sobre un eje de giro central que comunica mediante una varilla con el péndulo.

*Trinquete de péndulo de Riefler.* En los relojes astronómicos modernos se emplea mucho este trinquete,

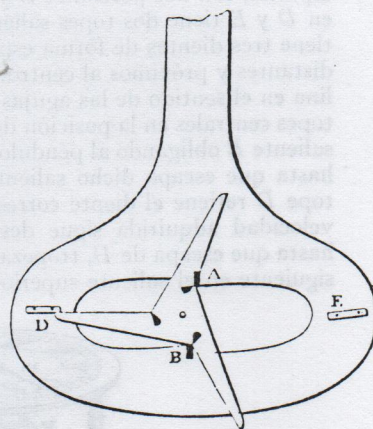


FIG. 28

Escape triple de Denison

que tiene la ventaja de oscilar el péndulo con absoluta libertad é independencia del escape. En éste, el péndulo no está unido rigidamente al trinquete ó áncora sino por intermedio de los resortes *ii* (figs. 26 y 27). La rueda catalina *SS'* se compone de una doble rueda, una de escape y otra de reposo un poco mayor, y el áncora *SS'* *MM* en lugar de eje de giro, tiene los cuchillos *pp* que encajan en una ranura practicada en dos placas de acero templado ó ágata. El trinquete no está unido rigidamente al péndulo sino por intermedio de dos flejes de acero *ii*, los cuales á cada paso del péndulo por la posición de reposo adquieren alguna tensión que se utiliza para dar en cada oscilación un pequeño impulso. Todos los escapes descritos hasta aquí exigen que el áncora al oscilar el péndulo á un lado ú otro deje escapar un diente, en intervalos de tiempo iguales, pues de otro modo podría ocurrir que al disminuir algo la amplitud de oscilación, la rueda catalina escape del trinquete en un lado, pero al otro no, lo que originaría que el reloj se parase. Esta operación, llamada *nivelar el reloj*, se hace al oído, escuchando el escape y haciendo girar el reloj alrededor de su punto de suspensión hasta que se verifique en intervalos de tiempo iguales.



FIG. 29  
Escape de Macdowall

*Escape de Denison.* Este escape, radicalmente distinto de los anteriores, se compone de un péndulo (figura 28) en cuya parte inferior tiene una caja *DE* de forma

especial, con dos porciones *B* y *A* verticales. Además, en *D* y *E* tiene dos topes salientes. La rueda catalina tiene tres dientes de forma especial y tres topes equidistantes y próximos al centro. Al girar la rueda catalina en el sentido de las agujas de un reloj, uno de los topes centrales en la posición de la figura empuja en el saliente *B* obligando al péndulo á oscilar á la izquierda hasta que escapa dicho saliente, en cuyo instante el tope *D* retiene el diente correspondiente, pero por la velocidad adquirida sigue desplazándose el péndulo hasta que escapa de *D*, tropezando entonces el central siguiente en el saliente superior del péndulo, obligán-

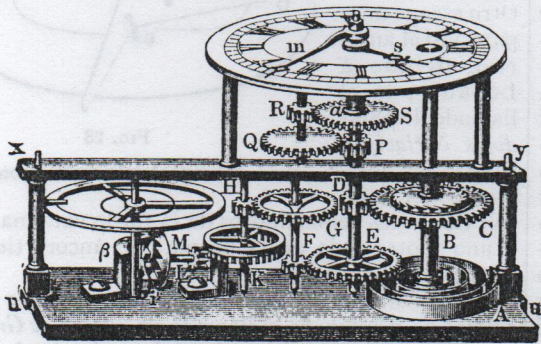


FIG. 30

Esquema del sistema de ruedas de un reloj de bolsillo

dole á oscilar en sentido contrario hasta que escapa el diente central y el *E*, en cuyo caso se repiten nuevamente todas las fases.

*Escape de Macdowall.* Inventado por Macdowall y patentado en 1851 existe, aunque no ha tenido, así como el anterior, aplicación práctica, es éste curiosísi-

mo y más sencillo que el anterior (fig. 29). Se compone éste de un péndulo que, como el de Denison, tiene en su parte inferior un ensanchamiento ó lenteja plana con un orificio de forma parecida al anterior, aunque con los salientes más pronunciados, y un disco con un cilindro excéntrico y normal á él que hace de rueda catalina. Al pasar el péndulo de la posición de la figura á otra hacia la izquierda, la excéntrica de la rueda catalina empuja en la parte vertical de dicha ranura ayudando su movimiento, hasta que escapa de dicha porción, girando entonces 180° y al apoyarse en la otra parte vertical, obliga al péndulo á girar en sentido contrario hasta escapar nuevamente, repitiéndose la fase anterior.

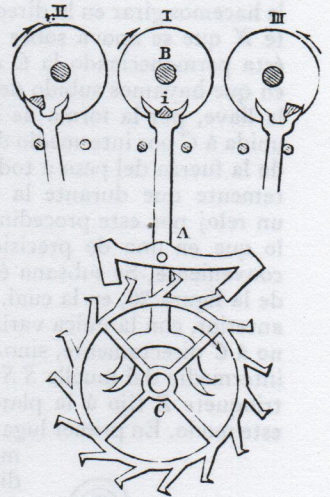


FIG. 31  
Trinquete de áncora

Existen otros muchos escapes ingeniosísimos tales como el de Airy, el de Mutge, el de Bloxam y otros muchos, que no describimos por no tener aplicación práctica.

*Relojes transportables*

En la figura 30 tenemos el esquema de un reloj transportable. El muelle motor *A* transmite su fuerza al eje *B* unido á la rueda *C* que, mediante las ruedas y piñones *DEFGHKL*, transmite el movimiento á la rueda catalina *M* que, con el escape de báscula  $\beta$  unido al balancín, regula la marcha del reloj. Sobre el eje de *E* va montada la rueda minutería *m* que recorre la esfera, y mediante los piñones *P* y *R* y las ruedas *Q* y *S* transmite el movimiento á la horaria *s*. En la práctica la distancia de las platinas es mucho menor y, además, los engranajes *PQRS* están entre las dos platinas. Hemos visto que un reloj de péndulo para su funcionamiento necesita que esté perfectamente nivelado y, por tanto, para los transportables no tiene aplicación dicho regulador: por eso en el esquema hemos dibujado un escape de báscula movido por un balancín, pero en la práctica tam-

poco se emplea este escape substituyéndole por el que ya hemos visto de áncora, modificado, para moverle mediante un balancín *E*. El áncora, como puede verse en la figura 31, tiene, unido á su eje de giro *A*, una varilla *Ai* que, al chocar con dos topes, impide que las oscilaciones sean mayores de las debidas para su buen funcionamiento. En *i* tiene un entrante entre dos arcos de círculo de radio *Bi*, como puede verse en las posiciones II y III. El volante ó balancín lleva paralelo á su eje un vástago *i* que encaja en la ranura correspondiente de la varilla del áncora. Esta

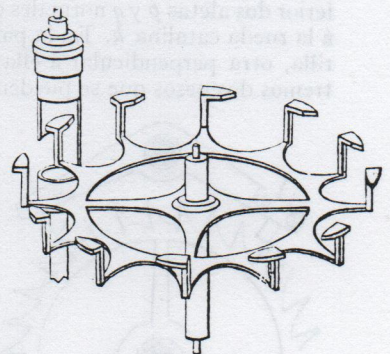


FIG. 32  
Trinquete de cilindro

tiene sus extremos terminados en biseles inclinados los dos hacia el mismo lado, y, por último, la rueda catalina, tiene sus dientes acodados y terminados en un chaflán cuya inclinación coincide al llegar el contacto con el áncora, con la de los extremos de ésta. Con esta disposición, una vez se ha dado un impulso al volante *B*, como indica la posición I, al girar la rueda catalina según la flecha, un diente empuja en el brazo derecho del áncora, dando un impulso al volante, que, al girar, escapa su vástago *i* de la ranura, pudiendo, al apoyarse sobre el arco de círculo, seguir girando con libertad (posición II). Al mismo tiempo escapa un diente del áncora, quedando retenido otro por el brazo izquierdo de la misma. Cuando el balancín, habiendo llegado al extremo de su carrera, gira en sentido contrario, y vuelve á entrar *i* en la ranura, obligando al áncora á seguir las mismas fases,

flecha (posición I), dejando entonces escapar un diente y reteniendo el siguiente con la parte exterior de dicho semicilindro (posición II). Cuando el volante ha llegado á su posición extrema y gira en sentido contrario, deja

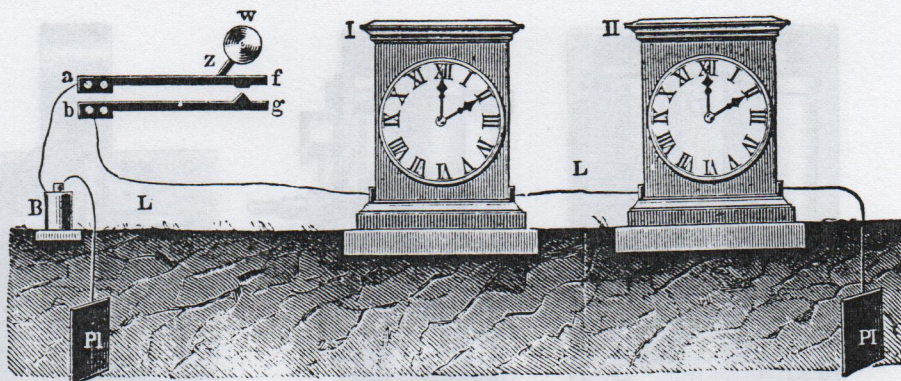


FIG. 35

Instalación eléctrica de relojes para designación unitaria del tiempo

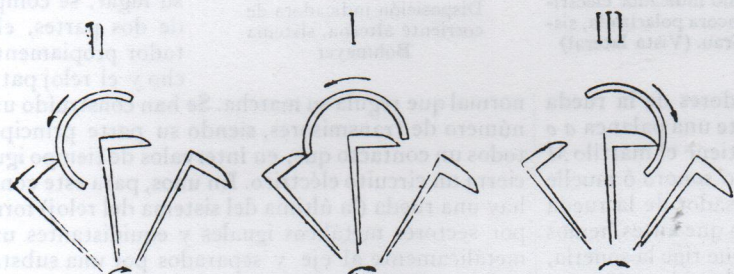


FIG. 33

Escape en sección

pero en sentido contrario, hasta llegar á la posición III, en que, habiendo dejado escapar otro diente, repite nuevamente el ciclo completo.

**Escape de cilindro.** Tompion, en 1695, ideó otro escape llamado *de cilindro* por su forma especial, que, aunque no es de la precisión del anterior, tiene hoy gran aplicación.

En la figura 32 tenemos un trinquete de esta clase, compuesto de la rueda catalina ó de escape cuyos dientes acaban en punta roma, y el áncora que se substituye por el eje del balancín, partido en su parte central por su mitad en el sentido de su generatriz y, además, ahuecado como puede verse con más claridad en la figura 33, que representa el escape en sección. Veamos en esta figura su funcionamiento. Girando la rueda de escape como indica su flecha, y estando en reposo el volante y, por tanto, su eje, el semicilindro de éste sujeta dicha rueda, hasta el momento en que le hacemos girar en la dirección de la

escapar el diente, pero le retiene en seguida con la parte interior (posición III), repitiendo luego nuevamente todas las fases. En el momento de pasar de la posición I á la II, así como de ésta á la I nuevamente, por la forma de los dientes de la rueda de escape, el volante recibe un impulso, suficiente para conservar su movimiento.

**Sonería.** Casi todos los relojes de pared tienen la llamada *sonería*, que es la parte del mismo que tiene por objeto indicar, mediante el sonido, la hora ó, lo que es lo mismo, á las horas las medias y algunos también los cuartos dar tantas campanadas como horas marque el reloj. Se compone de dos partes, una, la que propiamente da las campanadas, y otra, que hace que la anterior dé el número debido y en el instante preciso. La primera se compone (fig. 34) del aparato motor

(peso ó resorte) *P'*, que transmite, mediante el cilindro *T* y la rueda *R*, su movimiento á un sistema de cinco ruedas y piñones  $r_2, R_2, r_3, R_3, r_4, R_4, r_5, R_5$  y *V* (como las del reloj), en las que cada eje tiene un piñón que engrana

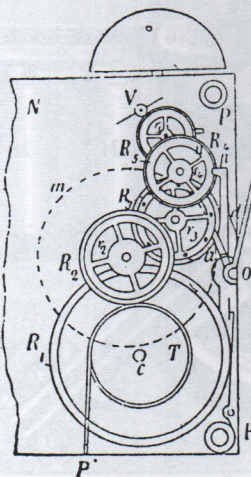


FIG. 34

Sonería

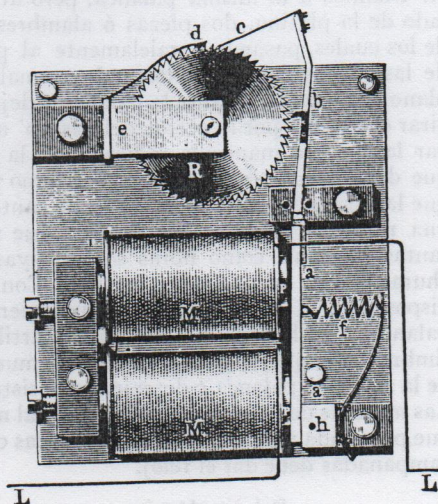


FIG. 36

Mecanismo indicador eléctrico

con la rueda anterior y una rueda que lo hace con el piñón de la siguiente. Sobre el eje de  $r_3$  hay una serie de pasadores paralelos al mismo y cuya distancia es tal que

con la rueda anterior y una rueda que lo hace con el piñón de la siguiente. Sobre el eje de  $r_3$  hay una serie de pasadores paralelos al mismo y cuya distancia es tal que

mientras la rueda siguiente  $R_4$  (que tiene un solo pasador) da una vuelta, aquella avanza solamente la distancia entre cada dos. El último eje sólo tiene un piñón y un regulador de paletas  $V$  con objeto de que el movi-

del telégrafo electromagnético en 1839, Wheatstone y Steinheil, según unos, y Bain, según otros, construyeron el primer reloj de este tipo. Hemos dicho antes que la electricidad podía aplicarse de dos modos diferentes, ó como fuerza

motora, llamándose entonces *reloj eléctrico de péndulo*, ó siendo la encargada de transmitir el movimiento de un patrón corriente á otro ú otros colocados á distancia del mismo, llamándose éstos *sistemas de designación unitaria del tiempo*. Estos últimos se dividen en: 1.º contadores ó cuadrantes electrocronométricos; 2.º relojes con ajuste de indicador, y 3.º relojes sincronos ó simpáticos.

*Contadores ó cuadrantes electrocronométricos*. Estos relojes, como los neumáticos que hemos descrito en su lugar, se componen de dos partes, el contador propiamente dicho y el reloj patrón ó

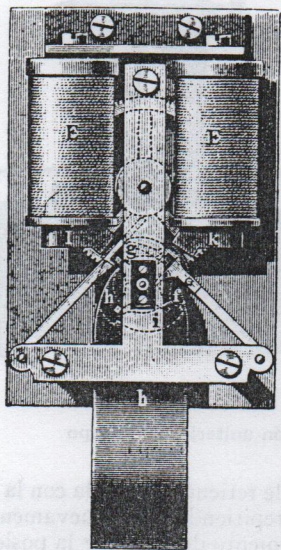


FIG. 37

Mecanismo indicador eléctrico con áncora polarizada, sistema Grau. (Vista de frente)

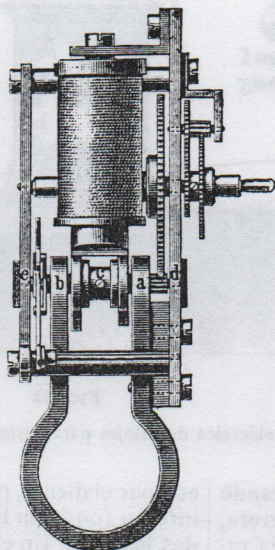


FIG. 38

Mecanismo indicador eléctrico con áncora polarizada, sistema Grau. (Vista lateral)

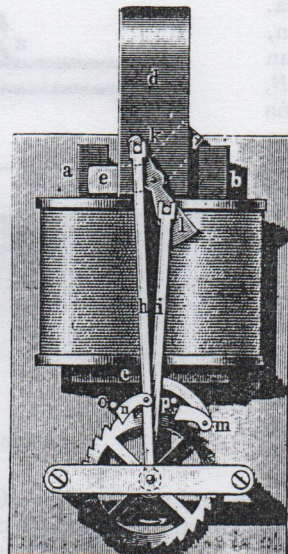


FIG. 39

Disposición indicadora de corriente alterna, sistema Bohmeyer

miento sea uniforme. Sobre los pasadores de la rueda  $R_2$  se apoya por la acción de un resorte una palanca  $a o M$  acodada en  $o$ , cuyo otro extremo tiene el martillo  $M$  que golpea el timbre  $t$  (campana, tubo sonoro ó muelle en espiral), cada vez que pasa un pasador de la rueda  $R_2$  ó sea á cada vuelta de la  $R_4$  por lo que antes hemos dicho. Resulta que la rueda  $R_4$  es la que rige la sonería, puesto que si la detenemos el sistema está en reposo, y, además, el timbre suena tantas veces como vueltas de la misma. Veamos, pues, cómo ligamos el movimiento de dicha rueda con el sistema total del reloj para que éste y la sonería marchen acordes. Coloquemos sobre el mismo eje  $O$  una palanca  $op$  con su talón  $p$  en ángulo recto apoyándose sobre  $R_4$  mediante el muelle  $d$  de tal modo que el pasador de  $R_4$  tropiece con él. Unamos á la misma palanca, pero al otro lado de la platina, dos piezas ó alambres uno de los cuales, pasando paralelamente al plano de las ruedas del reloj y llevando normal á su plano un pasador, levante la palanca  $p$  dejando girar el sistema por la acción del peso  $p'$  al llegar la aguja ó manecilla indicadora á la hora que debe hacer oír y al mismo tiempo haga que la otra pieza se apoye sobre el canto de una rueda  $m$  unida al eje de  $R_2$  y que tiene tantas muescas, como horas son y cuyas anchuras crecen de un modo continuo. Con esta disposición, al llegar una hora cualquiera, la palanca  $p$  se levanta golpeando el martillo al timbre hasta que, llegando una de las muescas de la  $m$ , cae la palanca  $p$  deteniendo el sistema. Las muescas de  $m$  están calculadas de tal modo que para cada una la rueda  $R_4$  da tantas como campanadas debe dar el reloj.

#### Relojes eléctricos

Teniendo la electricidad aplicación para máquinas de tan vario empleo, no podía menos de pensar el hombre en su aplicación á los relojes, bien como fuerza motriz ó como transmisora á distancia de la hora de un reloj tipo. Después de varios intentos y como consecuencia de la invención

normal que regula su marcha. Se han construido un número de transmisores, siendo su parte principal en todos un contacto que, en intervalos de tiempo iguales, cierra un circuito eléctrico. En unos, para este contacto hay una rueda (la última del sistema del reloj) formada por sectores metálicos iguales y equidistantes unidos metálicamente al eje y separados por una substancia aisladora. Sobre esta rueda, que está unida á uno de los polos de una pequeña batería de acumuladores ó pilas, se apoya una escobilla que cierra en intervalos iguales el circuito de la pila y, por tanto, el de los contadores correspondientes. Para los indicadores polarizados de que luego hablaremos, el reloj mueve un tambor con sectores metálicos aislados y comunicando los pares

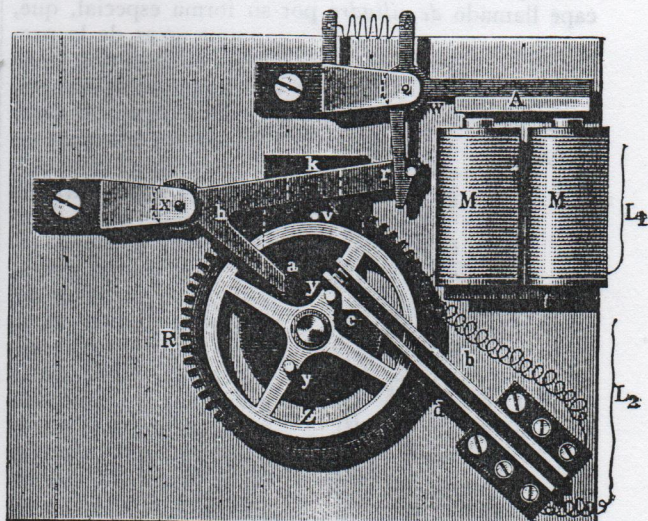


FIG. 40

Indicador horario eléctrico, sistema Hipp

entre sí y á una escobilla, y los impares á otra escobilla y entre sí también. Estas dos escobillas comunican con los dos polos de la batería, y otras dos se apoyan,

respectivamente, sobre un sector par y otro impar, con lo cual en el circuito de estas últimas la corriente se invierte cada vez que se cierra su circuito. Se emplea también en otros el mismo péndulo del reloj normal

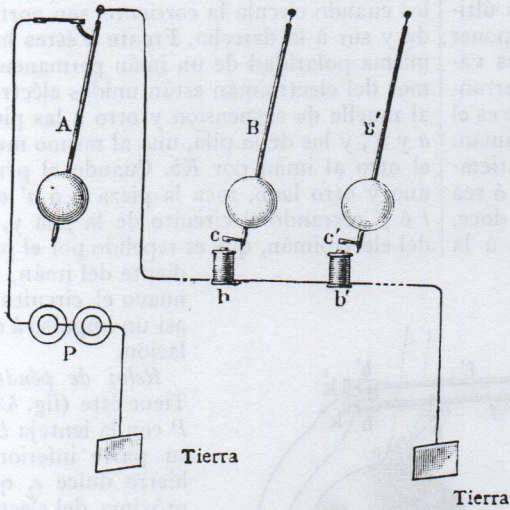


FIG. 41

Instalación de relojes simpáticos

para cerrar el circuito á cada oscilación completa mediante un contacto de platino que, al llegar á la máxima amplitud, toca en un muelle, también de platino ú oro, fijo en el reloj. Tanto este sistema como el anterior tienen el inconveniente de que el contacto se ensucia, siendo necesario para su limpieza parar el reloj, por lo que lo más corriente es el sistema Garnier ú otros análogos, en los cuales la rueda de escape engrana con otra que tiene uno ó varios álabes ó varillas, tal como la *z* de la figura 35, los cuales, al girar, se apoyan sobre el fleje *f* que, comunicando con la pila *B* y haciéndole tocar en el otro *g*, cierra el circuito de los contadores que, conectados todos en serie, cierran el circuito de la pila tomando la tierra como conductor de vuelta. Como en el contacto se forma chispa al abrirle, se emplea en ese punto substancias de punto de fusión elevado y de difícil oxidación, como platino, iridio, platino iridiado y, además, en algunos sistemas, poco antes de abrir el contacto se debilita la corriente ó el potencial en los extremos del contacto, intercalando resistencias en la línea ó derivaciones entre dichos extremos. Empléase también un contacto de mercurio, formado por un pocillo lleno de ese metal, en el cual se sumerge una varilla metálica movida por el reloj. Como manantial ó generador eléctrico se emplean elementos galvánicos, como pilas secas ó Lechanché cuando el circuito se ha de cerrar de tarde en tarde, como, por ejemplo, cada minuto y durante poco tiempo, pues si es más á menudo, por la polarización rápida de dichos elementos hay que emplear acumuladores.

Veamos ahora los diferentes tipos de cuadrantes.

**Mecanismo indicador de Steinheil y Wheatstone.** El más sencillo, empleado ya en 1839 por los mismos Steinheil y Wheatstone, se compone, como puede verse en la figura 36, de dos electroimanes *MM* unidos á una culata y cuyos polos *PP*, de nombre contrario, tienen enfrente y muy próxima la pieza *a* de hierro dulce, que puede girar alrededor de *h* y es llevada á la posición de la figura por el resorte *f*. En el extremo opuesto de *h* lleva la pieza *a* unida á la varilla *b* terminada en el trinquete *c* que se apoya sobre la rueda dentada *R* de 60 dientes. El muelle *d* impide que *R* gire en el sentido de las agujas de un reloj. Con esta disposición, cada vez que lanceemos al electroimán una corriente, la pieza *a* es atraída y obliga, mediante el trinquete *c*,

á avanzar un diente á la rueda *R*, y nada más que uno, por impedirlo el diente *b* al encajar en los de *R*. Claro está que si el eje de la rueda va unido á la aguja minuta que con engranajes transmite el movimiento á la horaria, y la corriente circula de minuto en minuto, tendremos un reloj que marchará sincrónico con el patrón.

**Mecanismo indicador de Grau.** Este es un indicador polarizado de corriente alterna cuyo funcionamiento es más seguro que el anterior y necesita un reloj tipo de los ya descritos para estos casos. Se compone (figuras 37 y 38) de un electroimán *EE'* con las piezas polares *l* y *k* y *a* *b* y un potente imán, entre cuyos polos gira sobre un eje de latón *d* el áncora. Esta se compone de dos piezas *gi* y *hf*, de hierro dulce que, por estar colocadas entre el imán, han adquirido sus polaridades. Si por el electroimán hacemos pasar una corriente de sentido tal que su polaridad sea la misma, respectivamente, que las piezas del áncora que estén más próximas, éstas serán repelidas, girando 90° dicha áncora y, por tanto, el piñón *d* que transmite el movimiento á las agujas. Además, las otras piezas del áncora habrán substituído á las anteriores, y como su polaridad es contraria á aquéllas, serán también repelidas si por el electroimán hacemos pasar una corriente de sentido contrario á la anterior, girando el piñón *d* otros 90° quedando el áncora en su posición primitiva y pudiendo nuevamente repetir el ciclo completo.

**Mecanismo indicador de Bohmeyer.** Este, que también es de corriente alterna, se compone (fig. 39) de un imán *d*, uno de cuyos polos imanta por influencia el áncora acodada *ef*, y el otro es la pieza *C* con las varillas *a* y *b*, que son, respectivamente, la culata y los núcleos del electroimán motor. El áncora tiene unido á su eje la pieza *lk* que arrastra en su movimiento bascular las varillas *h* é *i* que, al girar sobre el eje de la rueda dentada inferior, arrastran los trinquetes *n* y *m* que dan el movimiento al cuadrante. Resulta, pues, que la polaridad de *a* y *b* es contraria á la de *ef* cuando no está excitado el electroimán, pero cuando por él circula una corriente, uno de sus polos atrae al áncora, mientras que el otro la repele, obligando el trinquete que le corresponde á avanzar al reloj, siendo el otro el que le mueve cuando la corriente se invierte.

**Relojes secundarios con control de indicador.**

Cuando los relojes secundarios son de gran tamaño, como los de torre, por ejemplo, la corriente del patrón ha de ejecutar un gran trabajo, difícil de obtener; por esta razón en estos casos se emplean relojes con maquinaria propia, pero cuya indicación se regula ó, mejor dicho, se contrasta con el principal en intervalos de tiempo iguales. Uno de éstos es el sistema de Hipp (figura 40) que se compone de un electroimán, actuado por la corriente del reloj principal, que atrae la arma-

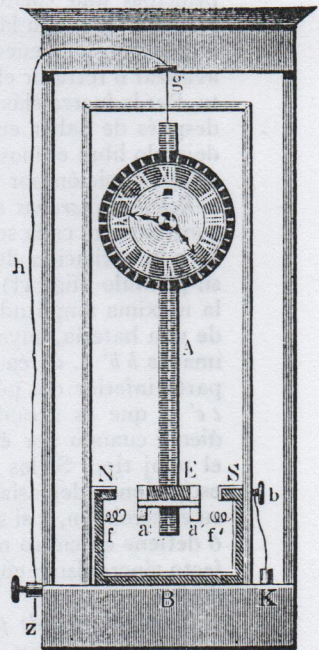


FIG. 42

Reloj eléctrico de péndulo de Wear

dura en  $t$ ,  $AW$ ; ésta en  $r$  tiene un saliente que retiene la pieza  $rha$  giratoria en  $X$  y que soporta en  $K$  una horquilla. La rueda  $E$  que está unida al eje horario tiene tres cilindros ó vástagos salientes: el  $v$  y los dos  $y$ . Estos últimos sirven para poner en contacto las dos varillas ó flejes  $bd$ , cerrando su circuito, que es el mismo del electroimán. En intervalos de tiempo de seis horas, ó sea á las seis y las doce, que corresponden á la

movimiento del péndulo se conserva indefinidamente gracias á los impulsos que, como veremos, recibe á cada semioscilação. Para conseguir esto, dicho péndulo tiene en su parte inferior, sostenido por una pieza de latón, un electroimán de eje horizontal y cuyos polos cuando circula la corriente, son norte á la izquierda y sur á la derecha. Frente á éstos hay otros de la misma polaridad de un imán permanente. Los extremos del electroimán están unidos eléctricamente, uno al muelle de suspensión y otro á las piezas metálicas  $a$  y  $a'$ , y los de la pila, uno al mismo muelle por  $zhg$  y el otro al imán por  $Kb$ . Cuando el péndulo oscila á uno y otro lado, toca la pieza  $a$  ó  $a'$  en los resortes  $f$  ó  $f'$  cerrando el circuito de la pila  $y$ , por tanto, el del electroimán, que es repelido por el polo correspondiente del imán, abriéndose de nuevo el circuito y recibiendo así un impulso á cada semioscilação.

*Reloj de péndulo de Hipp.* Tiene éste (fig. 43) un péndulo  $P$  con la lenteja  $L$  que tiene en su parte inferior la pieza de hierro dulce  $e$ , que pasa muy próxima del electroimán  $m$ . La varilla en su mitad está doblada en  $u$ , teniendo en su parte inferior la pieza  $a$  de ágata, y dejando pasar la varilla  $f'$ , así como la  $f$  que soporta con un eje horizontal la lengüeta de acero  $p$ . Las conexiones de la pila se ven claramente en la figura. Cuando está en reposo el péndulo, la varilla  $f$  se apoya en el soporte aislado  $S$  y la  $f'$  en  $S'$  que comunica con el electroimán. Si la amplitud de oscilação del péndulo fuese

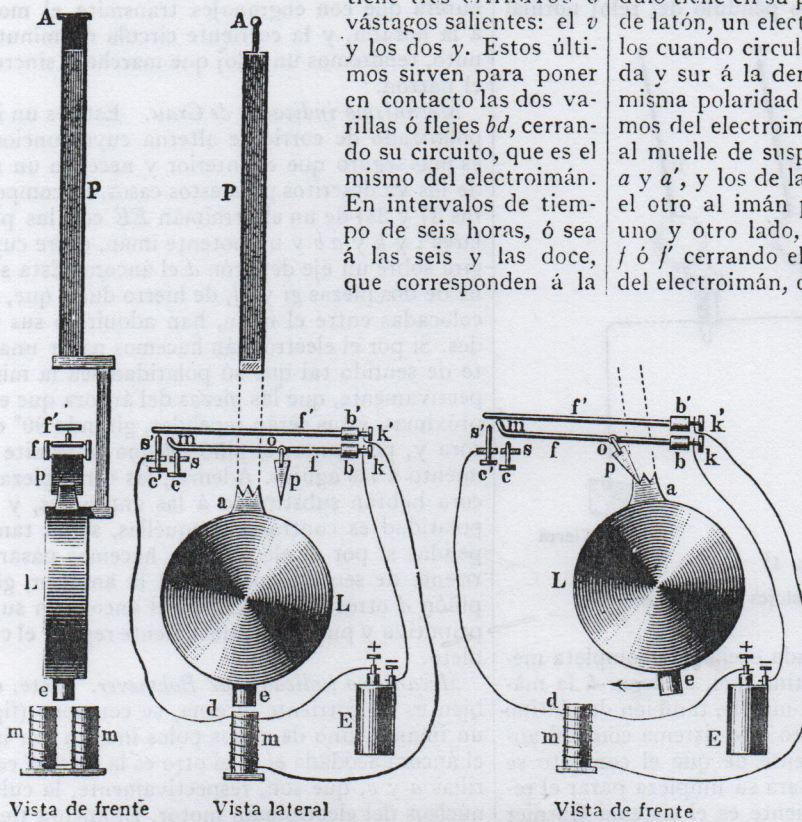


FIG. 43

Reloj eléctrico de péndulo de Hipp

posición de la rueda  $E$  en la figura, manda el reloj principal una corriente al electroimán  $MM$  que, al atraer á  $A$ , suelta la pieza  $rha$ , la cual, al caer, obliga al vástago  $x$  á encajar en la horquilla  $K$ , haciendo avanzar ó retrasar el reloj, que queda en la hora exacta. Por la fuerza elástica de un resorte, dicha pieza  $rha$ , después de haber encajado en  $v$ , se levanta un poco dejando libre el movimiento á  $E$  y recobrando su primitiva posición por la acción de  $y$ .

*Relojes sincronos ó simpáticos.* En estos relojes el control entre cada secundario y el principal se efectúa á cada oscilação del péndulo. El reloj patrón tiene su péndulo (fig. 41) con un contacto que, al llegar á la máxima amplitud á su izquierda, cierra el circuito de una batería, cuya corriente circula por los electroimanes  $b b'$  ... de cada secundario. Estos tienen en la parte inferior del péndulo una pieza de hierro dulce  $c c'$  ... que es atraída por el electroimán correspondiente cuando por él circula la corriente que manda el reloj tipo. Si los péndulos de los secundarios dan oscilaciones demasiado lentas, las hace más rápidas su electroimán, y si son demasiado rápidas, las retarda ó detiene en cierto modo. Con esto se consigue el perfecto sincronismo entre el reloj principal y los secundarios.

*Reloj eléctrico de péndulo.* Así como en los relojes corrientes descritos hasta aquí, el péndulo tiene por única misión el regularizar la marcha del mismo, en los eléctricos el péndulo es á la vez regulador y motor.

*Reloj de péndulo de Weare.* Este (fig. 42), como se ve, se compone de un péndulo motor  $AE$  unido en la parte superior á un trinquete (no visible en la figura) que, apoyándose sobre una rueda, unida al sistema total de engranajes del reloj, hace avanzar un diente de la misma á cada oscilação de dicho péndulo. El

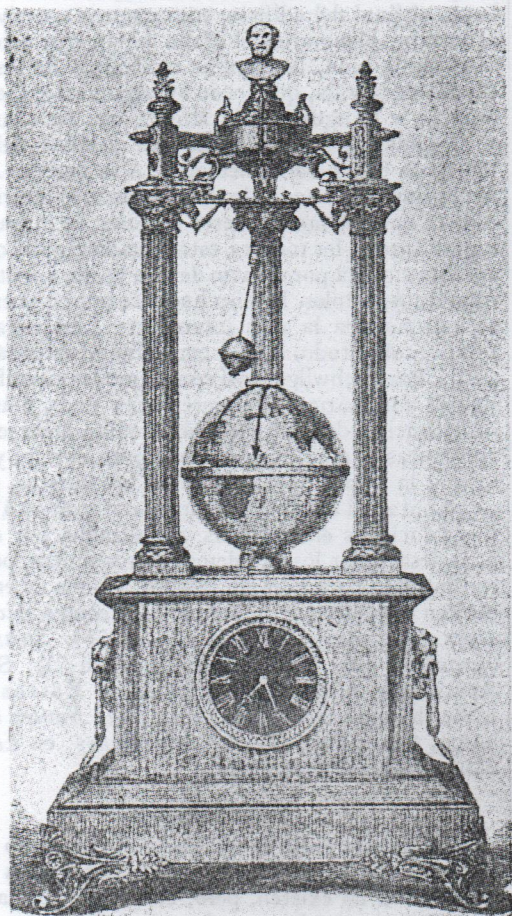
tan pequeña que la lengüeta no saliera de la pieza de ágata, levantaría al retroceder la lengüeta y con ella la varilla  $p$ , cerrando el circuito de la pila  $y$ , por tanto, del electroimán en  $m$  (por la varilla  $f'$  y por  $S'$ ), atrayendo con fuerza á  $e$  aumentando de este modo la amplitud de oscilação, escapando  $p$  de  $a$  y no volviéndose á encajar una en otra hasta que, habiendo disminuido dicha amplitud, sea la necesaria. De este modo recibe el péndulo impulsos, no á cada oscilação, sino cuando su amplitud decrece llegando á un valor fijo. La unión  $d' c'$  impide se forme chispa de rotura en  $m$  por ponerse un instante  $f'$  sobre  $S'$  antes de que se abra el contacto  $m$ .

*Remontoir.* Para dar cuerda al reloj de bolsillo, antiguamente se empleaba una llave con un orificio cuadrangular que se encajaba en el eje, de la misma forma, de la caja de muelle ó del caracol. Hoy se ha substituído, por ser más cómodo y no tener que abrir el reloj (evitando así se empolve), por el llamado *remontoir*, que es un eje que sale paralelo á las platinas y termina en una corona fresada, quedando en el centro de la anilla de suspensión del reloj. Además de dar cuerda, esa esfera sirve, oprimiendo un botón que hay á su lado, para poner en hora el reloj. En los modernísimos, las dos operaciones de dar cuerda y poner en hora se hacen con la corona antedicha, la primera como ya hemos dicho y la segunda haciendo girar dicha corona después de haberla separado un poco del reloj.

#### Relojes despertadores

Se llama así á los relojes que á una hora determinada, variable á voluntad, hacen sonar un timbre de un modo fuerte y continuo durante un cierto tiempo con objeto de despertar al que duerme. El mecanismo es sencillamente un aparato de relojería compuesto de

un muelle (motor), una rueda de escape, generalmente con dientes puntiagudos corrientes, y un ánora (algo modificada) unida solamente á un martillo que, por

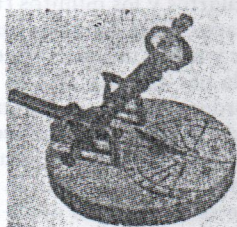


Reloj universal ó geoscópico, de Pablo de Beaux

la acción de dicha rueda de escape, golpea un pequeño timbre. Además, unido al eje horario del reloj hay un parador que detiene el anterior mecanismo hasta el momento oportuno. Los hay que á la hora deseada hacen funcionar el timbre con intervalos de medio minuto ó un minuto, hasta terminar su cuerda, con objeto de despertar al paciente si ha reincidido en su sueño.

#### Relojes de capricho

Son aquellos en que el reloj sirve no solamente para marcar y dar la hora, sino, además, como aparato recreativo. Los más corrientes en España fueron los llamados de *cua* (cuclillo) (V. más adelante *Reloj historiado*). Además, su parte exterior representa una casa, á cuya ventana se asoma al dar la hora un pequeño pájaro. En otros el péndulo oscila en el plano normal á la esfera y está formado por dos varillas verticales unidas en la parte inferior por otra que sostiene un pequeño muñeco, semejando al oscilar un columpio. La parte exterior representa en algunos una fuente, cuyo



Reloj de sol que dispara automáticamente un cañón al mediodía, cuando los rayos solares, por medio de una lente, se enfocan sobre el fulminante de la carga

chorro está formado por una varilla de cristal con estrías en espiral, que produce un efecto parecido al del agua al caer. Otros son unos cuadros, algunos de los cuales representan una marina y un reloj de torre cuya

maquinaria mueve una serie de barcos que recorren el paisaje. Los hay que, después de dar las horas, hacen funcionar una pequeña caja de música. En algunos, un juego de campanas al dar la hora reproducen un acorde perfecto ó algún pequeño trozo de una pieza musical. Por último, hay relojes en cuya esfera, además de las agujas, hay unas ventanas donde van apareciendo los días del mes, los de la semana, los meses del año y en algunos hasta los eclipses de sol y de luna, así como las fases de esta última.

Al final de la Edad Media, apenas acabada la catedral de Estrasburgo, instalóse en ella un reloj astronómico que era una verdadera maravilla. Gracias á los cuidados de la vieja ciudad alsaciana, la gloria secular de su reloj astronómico no se ha desvanecido, pues consideróse siempre como un gran honor el velar por la conservación de este prodigioso reloj, cuidando la renovación del mismo siempre que el desgaste de componentes lo han hecho indispensable, y perfeccionando la obra primitiva.

El primer reloj astronómico construido desde 1352 hasta 1354 cesó de funcionar después de un siglo de marcha, reemplazándole otro de concepción más bella y precisa en 1574, de donde arranca su popularidad. Este segundo reloj, después de dos siglos de marcha, cesó de funcionar, pero debióse continuar la tradición una vez más, y el 2 de Octubre de 1842 Juan Bautista Schwilgué puso en marcha el tercer reloj, obra maestra digna de continuar la tradición de la ciudad. Así como los dos primeros relojes demuestran el estado de adelanto de la construcción en los siglos XIV y XVI, el reloj de Schwilgué representa el más alto grado de perfección técnico y mecánico realizado en su época. Erróneamente créese que no habiendo Schwilgué publicado los cálculos ni los dibujos de su obra, limitóse á poner en marcha los antiguos mecanismos, que la fantasía popular afirmaba eran tan perfectos, que ningún hombre podría construir otros iguales.

Tenía el primer reloj (del cual queda algún vestigio todavía) en su parte inferior un calendario, en su parte central un astrolabio, y en su parte superior una estatua de la Virgen con el Niño Jesús delante del cual, al tocar las horas, se inclinaban los Reyes Magos, mientras que un carillón tocaba melodías ó cánticos religiosos. Pero lo más curioso era un gallo autómatas el cual cantaba y batía las alas, verdadera joya mecánica de la Edad Media, la cual consérvase depositada en el *Musée de l'Oeuvre Notre Dame*. Fué el edificio actual construido por el arquitecto Tomás Uhlbergen, y lo decoró Tobias Stimmer, de Schaffhausen. Los cálculos del segundo reloj fueron confiados á Cristián Herlin, á cuya muerte su discípulo Conrado Dasypodius se encargó de terminarlos, mientras que la construcción mecánica se confió á los hermanos Habrecht de Schaffhausen, terminándose en 1574. Componíase este segundo reloj de un astrolabio, indicando el movimiento aparente del sol y de los planetas; una esfera especial que representaba las fases de la luna; un calendario civil en forma de anillo, situado en la parte inferior; en el centro del anillo existía un disco de gran tamaño en el que se veían inscritas las indicaciones del calendario eclesiástico estando calculadas para un siglo de duración, acabado el cual era preciso renovar el cálculo y la pintura del disco; dos marcos servían de ornamento al calendario, viéndose representados en ellos los eclipses solares y lunares para un período de treinta y seis años, después del cual era preciso igualmente renovar las pinturas con arreglo al nuevo cálculo. Asimismo existía en la fachada un globo celeste, que Dasypodius consideraba la parte más importante de su obra. Las figuras alegóricas eran parecidas á las del reloj actual; sólo que en el lugar que ocuparon primitivamente las figuras de los apóstoles, se representaba á Jesucristo en actitud de disputar á la muerte la tarea de dar el golpe de las horas sobre una

campana. Además, el carillón y el gallo, procedentes los dos del antiguo reloj, completaban el mecanismo, que juntamente gozaba de fama universal. Tobías Stimmer, el gran pintor adornista y dibujante (1539-1584), publicó un grabado sobre boj, muchas veces reproducido, en el que se constaban estas figuras.

Después de diversas reparaciones, el reloj de Dasypodius dejó de funcionar definitivamente en 1789. Una antigua leyenda aseguraba le habían sido sacados los ojos al autor del reloj que nos ocupa con el fin de asegurarse de que no pudiera dotar á ninguna otra población de una obra igual, habiendo entonces el desgraciado autor quitado de su obra ciertas piezas con el fin de que nadie pudiera reconstruirlas, quedando por lo mismo incompleto el mecanismo é imposible para funcionar. Aparte de lo que tuviese de verdad esta leyenda, lo cierto es que influyó sobre manera en el ánimo del autor del reloj actual, Juan Bautista Schwilgué, n. en Estrasburgo en 1776 [V. SCHWILGUÉ (JUAN BAUTISTA)] á quien el municipio de Estrasburgo encargó (1821) la restauración del reloj, empezándola él en 1838. El reloj de Schwilgué funcionó por primera vez el 2 de Octubre de 1842; pero la inauguración del mismo tuvo lugar el 31 de Diciembre del mismo año. Este reloj, en su parte exterior, no difiere mucho del antiguo



Reloj en forma de cañón de bronce dorado  
Alegoría del traslado de los restos de Napoleón á Francia

reloj construido en 1574. Los nuevos mecanismos no pudieron construirse los unos al lado de los otros como hubiera deseado su autor, el cual se impuso la obligación de conservar el antiguo edificio construido en piedras talladas de 7'70 m. de longitud en su base y 18 de altura comprendido su remate de estilo gótico.

En el centro de la parte inferior se encuentra la esfera del tiempo aparente sobre la cual funcionan las agujas indicadoras del sol y de la luna. La esfera está circundada por un anillo móvil que marca el calendario civil. A la derecha é izquierda de la esfera se encuentran dos mecanismos muy importantes colocados en vitrinas, que son los únicos que se perciben desde el exterior. La vitrina de la derecha ostenta el mecanismo de las ecuaciones solares y lunares. En la de la izquierda funciona el rodaje del cómputo eclesiástico, y durante la noche del 31 de Diciembre al 1.º de Enero coloca automáticamente sobre el calendario las fiestas móviles del año que va á empezar. Delante del edificio, una esfera celeste sobre la cual están representadas las constelaciones efectúa una vuelta sobre ella misma en un día sideral. Encima de la esfera del tiempo aparente está indicado el día de la semana por la figura simbólica correspondiente, y encima otra pequeña esfera marca el tiempo medio, y á un lado y otro de esta

esfera están colocados dos ángeles: el de la derecha toca los primeros cuartos, y el de la izquierda vierte un reloj de arena de una hora de duración. Elevándonos hasta el final del edificio, encontramos sucesivamente el sistema planetario, el globo lunar, que ostenta las fases de la luna, las figuras simbólicas de las cuatro edades de la vida, que tocan los segundos golpes de los cuartos, y la figura de la Muerte que toca las horas, y, finalmente, los Apóstoles que desfilan delante la figura de Cristo cada mediodía. A la derecha del edificio principal, y en lo alto de una torre al interior de la cual se encuentran los pesos motores de la parte más importante de los rodajes, está situado el gallo que bate las alas y canta por espacio de tres veces, mientras desfilan los Apóstoles. Precisa hacer constar que es la parte astronómica la más interesante é importante del reloj y, sobre todo, lo que concierne al calendario perpetuo. Para Schwilgué, así como para los científicos, las figuras automáticas no representan nada más que la continuación de una tradición secular. Débese á estos autómatas la reputación de que goza el reloj y á ellos débese la atracción cotidiana de los turistas, pero no representan ni añaden ningún valor científico á la obra. Las soluciones encontradas y realizadas por el autor para desarrollar los problemas astronómicos, permanecen inéditos para la masa general. Acerca de este reloj pueden consultarse Silbermann, *Lokalgeschichte der Stadt Strassburg* (Estrasburgo, 1775); *Strassburger Chroniken* (ed. Hegel, Leipzig, 1870-71); Seyboth, *Strassbourg historique et pittoresque* Estrasburgo, 1894); Krieger, *Strassbourg und seine Bauten* (Estrasburgo, 1894); Welschinger, *Strassbourg*, en *Les villes d'art célèbres* (París, 1905).

#### Relojes de salto

Aunque esta clase de relojes ha durado poco tiempo, daremos una breve idea de ellos. Las agujas horaria y minutería no existen, pero, en cambio, en la esfera, sobre la que gira la secundera, hay dos pares de ventanillas circulares unas en el centro y las otras en la parte superior. En las del centro van apareciendo bruscamente dos números que indican en el número de minutos que han pasado desde la última hora, y en las superiores aparecen también bruscamente las horas transcurridas. Su mecanismo, que no describimos, se descomponía con mucha facilidad, por la que ya no se construye ninguno.

#### Relojes para ciegos y para ciegos y sordos

No podían menos de acordarse los relojeros de esos seres, para los que un reloj corriente de bolsillo no tiene aplicación por faltarles el sentido de la vista. Se han construido relojes de bolsillo con sonería corriente, es decir, para las horas, cuartos y los minutos transcurridos desde el último cuarto. Para hacerles funcionar no hay más que levantar y soltar una palanca exterior al reloj dando en seguida por campanadas la hora exacta. Para los ciegos y sordos á la vez, el botón que suelta el escape de la sonería y produce el golpeo del martillo, hace que aquél sea recibido y transmitido por una palanca al mismo botón y se averigua la hora por el tacto. Recientemente se construyen otros radicalmente distintos de los anteriores, por no tener sonería ni cristal protector en la esfera y, además, estar ésta compuesta por 12 radios equidistantes metálicos, unidos por círculos concéntricos. Las agujas que quedan un poco por bajo de dichos radios terminan en botones salientes. Pasando los dedos por cima de ese enrejado, se puede apreciar en qué sector está cada aguja y, por tanto, la hora.

#### Relojes luminosos

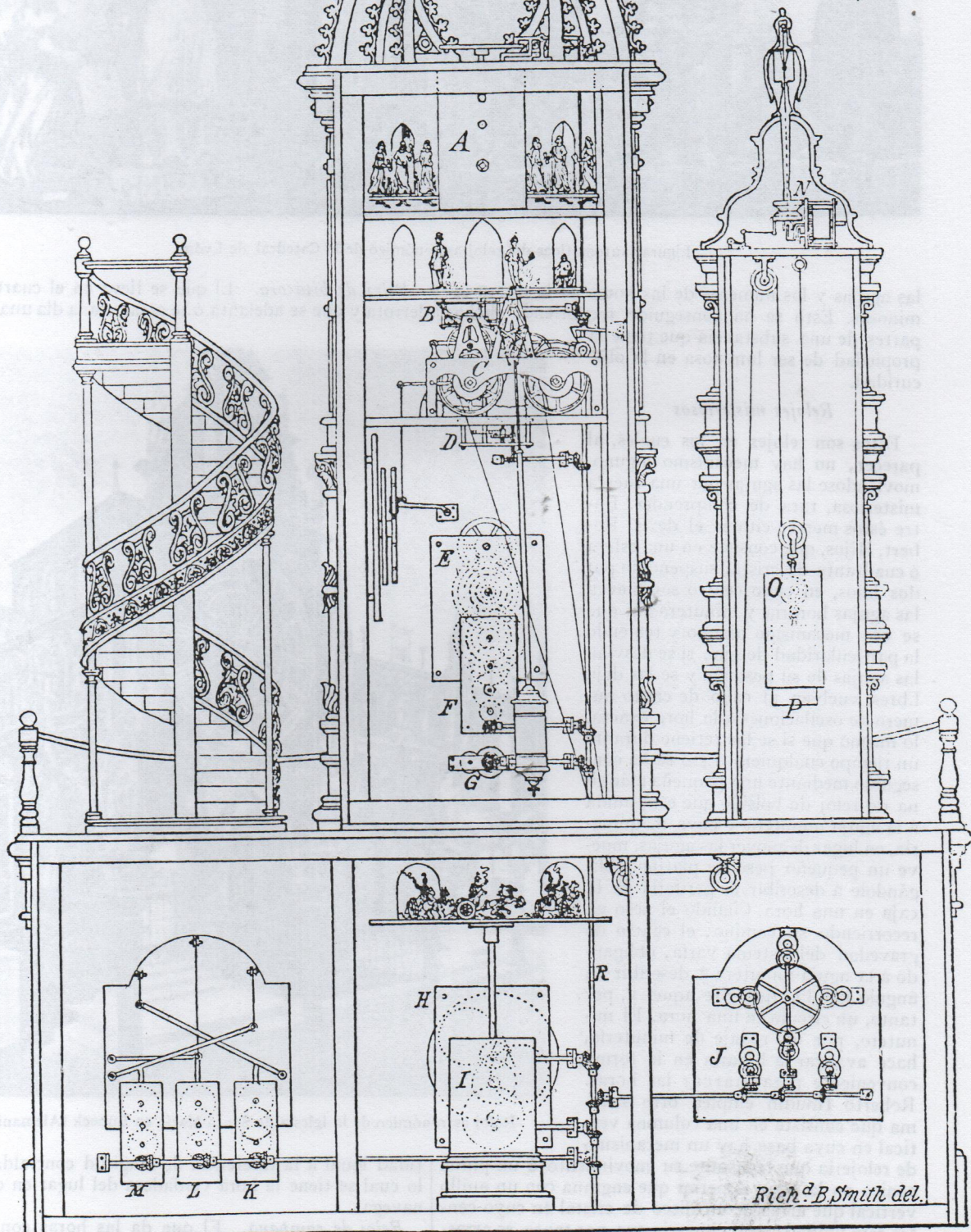
Hoy se construyen relojes en los cuales se puede ver la hora sin necesidad de luz, pues ellos mismos tienen



# Reloj

- A. Mecanismo de los doce apóstoles.
- B. Las cuatro edades del hombre.
- C. Movimiento del reloj principal, trenes de marcha y sonería.
- D. Aparato lunar y de mareas.
- E. Aparato planetario.
- F. Aparato anual que guía al planetario.
- G. Cuadrante del tiempo medio.
- H. Cuadrante astronómico.

- I. Mecanismo (carros) de las divinidades paganas.
- J. Mecanismo del cuadrante de las principales ciudades.
- K. Mecanismo del curso solar.
- L. Mecanismo del tiempo solar.
- M. Curso de la luna.
- N. Mecanismo del gallo.
- O. Mecanismo de las pesas.
- P. Pesas de la sonería.
- R. Eje principal.



Partes principales del mecanismo del reloj de Estrasburgo, según el modelo de Smith



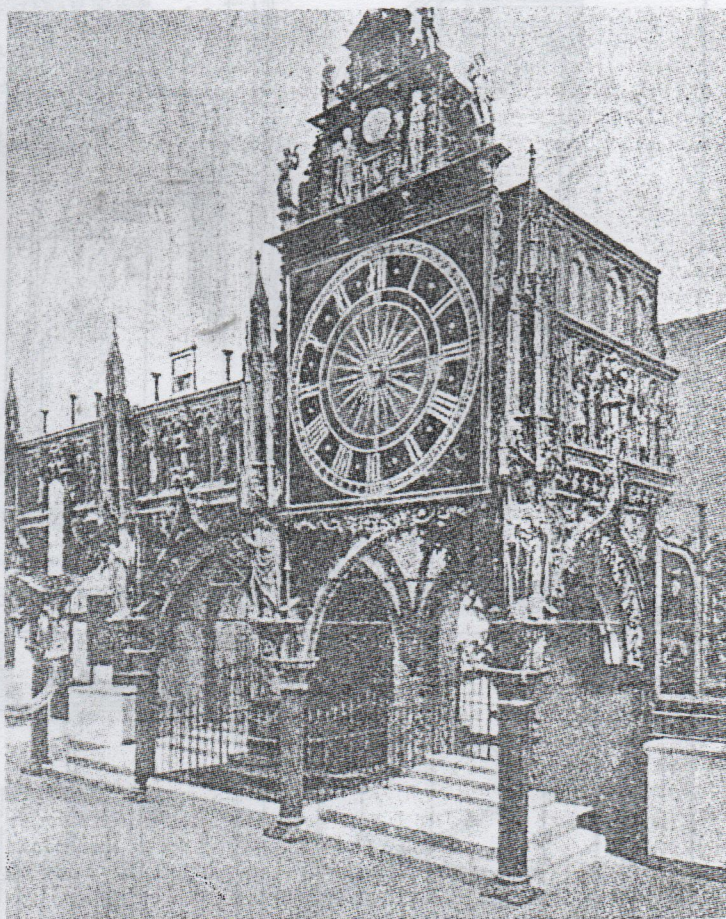
Figuras automáticas del reloj astronómico de la Catedral de Lyon

las agujas y los números de las horas de la esfera luminosos. Esto se ha conseguido recubriendo dichas partes de una substancia que tiene la propiedad de ser luminosa en la obscuridad.

#### Relojes misteriosos

Estos son relojes en los cuales, al parecer, no hay mecanismo alguno, moviéndose las agujas por una fuerza misteriosa, rara de comprender. Entre éstos merece citarse el de H. Robert, Hijos, que consiste en una esfera ó cuadrante de cristal suspendido por dos hilos, en cuyo centro se mueven las agujas horaria y minutería sin que se vea mecanismo alguno y teniendo la particularidad de que, si se desvían las agujas de su posición y se las deja libres, vuelven al cabo de cierto número de oscilaciones á la hora exacta, lo mismo que si se las retiene durante un tiempo cualquiera. Esto se ha conseguido mediante una pequeña máquina de reloj de bolsillo que está unida á la aguja minutería y cuya maquinaria, en lugar de mover las agujas, mueve un pequeño peso de platino, obligándole á describir la periferia de la caja en una hora. Cuando el peso va recorriendo su camino, el centro de gravedad del sistema varía, obligando á la aguja minutería á describir un ángulo igual al que gire aquél y, por tanto, un círculo en una hora. El minuterío, por un rodaje de minutería, hace avanzar la horaria en la forma conveniente para marcar las horas. Roberto Houdin emplea otro sistema que consiste en una columna vertical en cuya base hay un mecanismo de relojería que transmite su movimiento á un piñón cónico en la parte superior que engrana con un anillo vertical que arrastra un disco de cristal en cuyo centro está unida la aguja horaria que, por tanto, es arrastrada por dicho piñón. Detrás de esa lámina de cristal hay otra, también transparente, que tiene grabadas las horas, sostenida por un marco circular que tapa dicho anillo. Con esta disposición, como no se aprecia el movimiento del cristal que soporta la aguja por su transparencia, parece que ésta se mueve por sí sola.

*Reloj de bitácora.* El que se lleva en el cuarto de derrota y que se adelanta ó se atrasa cada día una can-



Reloj astronómico de la iglesia de Santa María en Lübeck (Alemania)

tidad igual á la diferencia de longitud contraída, con lo cual se tiene la hora verdadera del lugar en que se navega.

*Reloj de campana.* El que da las horas con campana.

*Reloj de longitudes.* V. *Reloj marino.*

*Reloj de música.* Aquel en que, al dar la hora, suena música.

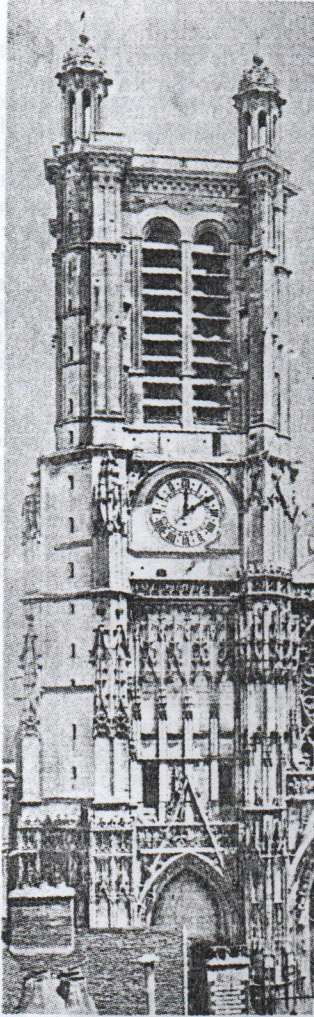
*Reloj de reflexión.* Aquel en que marca las horas el rayo reflejo del sol.

*Reloj de refracción.* Aquel en que señala las horas el rayo refracto del sol.

*Reloj de repetición.* El que repite ó puede repetir las horas.

*Reloj equinoccial.* Reloj de sol que se describe en un plano paralelo al horizonte.

*Reloj historiado.* Aquel en que se representan las horas por medio de alegorías y otras figuras pictóricas



Reloj en la torre de la Catedral de Troyes

ó escultóricas. Puede servir como ejemplo escultórico el que modeló Gustavo Doré y se conserva en el Museo de Arte decorativo de París (véase t. XVIII, 2.<sup>a</sup> parte, pág. 2014 de esta ENCICLOPEDIA). Otra variedad de los historiados es aquella en que aparecen indicando las horas figuras de movimiento más ó menos toscas (y á veces complicados autómatas), entre las cuales el tipo más sencillo es el llamado *de cuco* [véase CUCO (RELOJ DE)]. Cuentan los libros que Harun el Raschid envió á Carlomagno un reloj de agua ó clepsidra que simulaba un sol de oro y piedras preciosas; daba las horas al caer con el agua varias bolas sobre un timbre que á la vez hacían salir 12 jinetes que evolucionaban vistosamente. Los progresos de la relojería desarrollados por la influencia del gusto artístico de la época dieron lugar á peregrinas aplicaciones, creándose complicados é ingeniosos mecanismos

que daban movimiento á infinidad de andróides del más raro simbolismo, los cuales representaban procesiones, escenas bíblicas, apostolados, martirios, etc., entre los que sobresalieron los relojes de Estrasburgo, Lübeck, Praga, Burgos, Astorga y otros. V. AUTÓMATA.

*Reloj lunar.* El hecho en tal forma que á la luz de la luna y con el movimiento de ésta, la sombra del estilo ó gnomon señala la hora.

*Reloj magistral.* Aquel cuya marcha sirve de norma á la de otros.

*Reloj marino.* Cronómetro que, arreglado á la hora de un primer meridiano, sirve en la navegación de altura para calcular las diferencias de longitud.

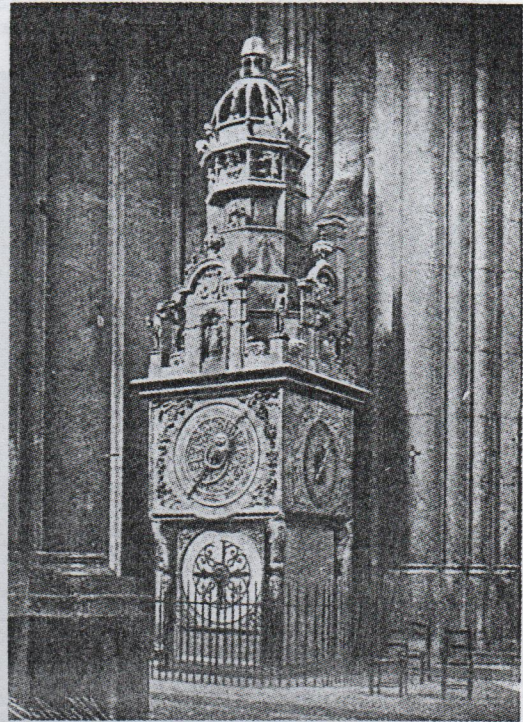
*Reloj meridiano.* Reloj de sol que se describe en el plano del círculo meridiano: puede ser oriental y occidental.

*Reloj polar.* El reloj de sol que se hace en un plano paralelo al círculo máximo que pasa por los polos del mundo y por los puntos del verdadero oriente y ocaso.

*Reloj portátil.* El reloj de sol que no está fijo y mediante un artificio puede llevarse de una parte á otra.

*Reloj solar.* V. Reloj de sol.

*Reloj vertical de declinación.* El colocado en un plano que no mira derechamente al mediodía, sino que está ladeado hacia oriente ó poniente.



Reloj astronómico de la Catedral de Lyon

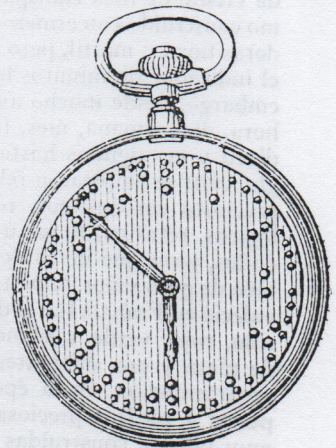
*Reloj vertical sin declinación.* El que está en el plano del vertical primario.

*Relojes astronómicos.* Relojes de construcción esmerada, usados en los observatorios astronómicos para la medida del tiempo en los observatorios. También se llaman relojes astronómicos los que, aparte de la medida del tiempo, dan por medio de mecanismos especiales el curso de los planetas, de la luna, eclipses, etcétera.

#### *Fabricación del reloj é historia de su industria*

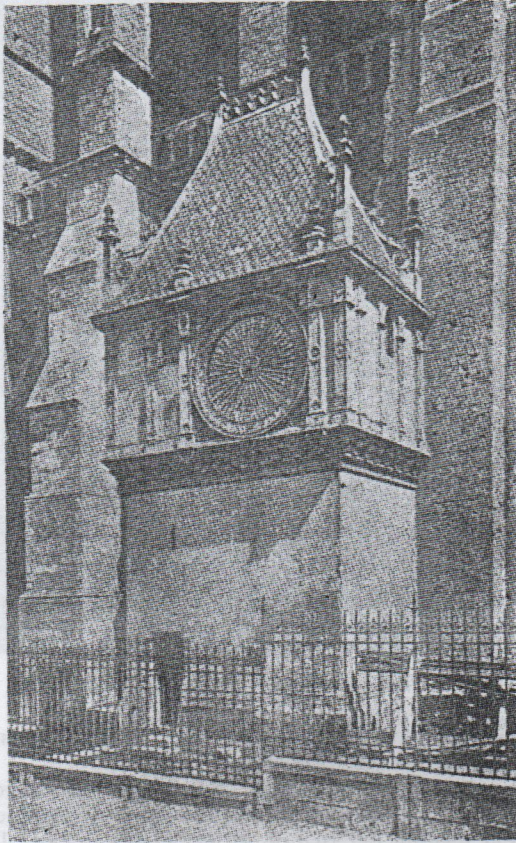
Como queda indicado, el primer reloj del que se sirvió el hombre fué el de sol, 600 años a. de J. C., em-

pleando más tarde los egipcios los de agua, viniendo después los de aceite y los de arena. A continuación vinieron los neumáticos, cuyo uso duró poco por aparecer en 947 los de ruedas debidos al papa Silvestre II, que construyó el célebre reloj de Magdeburgo, y cuyo perfeccionamiento ha ido en aumento hasta nuestros días, constituyendo hoy una fabricación de las más notables por su extensión y precisión admirable. El país que ocupa el primer lugar en esta industria es Suiza, siendo Ginebra la primera población, pues su fabricación data de 1587, viniendo luego Locle y Chaux-de-Fonds. En Alemania empezó en el siglo XVI en la Selva Negra.



Reloj para ciegos  
Las cifras están substituidas por el alfabeto Braille

Cuando la relojería llegó á su apogeo fué cuando se inventó el reloj de bolsillo en el siglo XVI debido al cerrajero de Nuremberg, Pedro Henlein, en 1542, llamándoles, por su forma ovoide, *huevos de Nuremberg*;



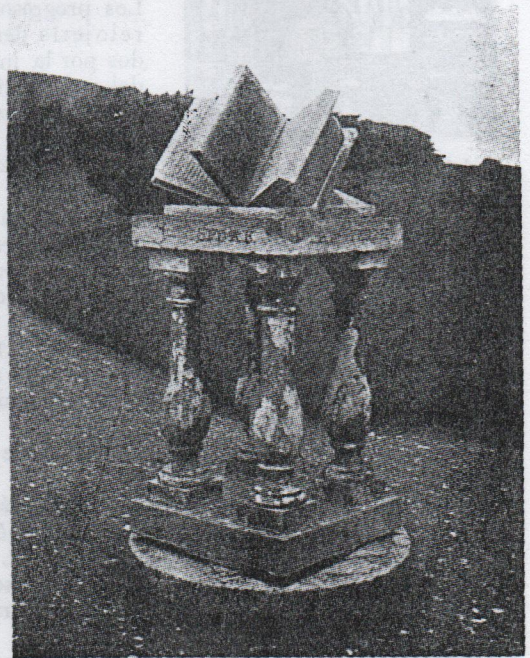
Reloj de estilo Renacimiento, con esfera de veinticuatro horas. (Catedral de Chartres)

la caja y el cuadrante eran de latón rojo y plata. Desde el siglo XVII, además de la forma ovoide y redonda, se vieron otras muchas como la de cruz, de flores, de conchas, etc., apareciendo, por último, la anular. La decoración cambió radicalmente cuando se emplearon cajas de cristal de roca transparentes, viéndose su mecanismo construído con esmero. Otros hacían la caja de maderas finas y marfil, pero en ninguno de ellos apareció el indicador de minutos hasta 1670, empleándose, sin embargo, desde mucho antes relojes que indicaban la hora, día, semana, mes, fase de la luna, signo del zodiaco y en algunos hasta el santo del día. En el siglo XVIII se emplearon relojes adornados con esmaltes preciosos costosísimos, representando paisajes mitológicos, retratos, flores ú otros asuntos, siendo guardados, para que no se deteriorasen, en estuches también de gran valor de plata y oro. El decorado que prevaleció en Francia fué el de oro de cuatro colores, amarillo, rojo, verde y blanco, obtenidos con aleaciones de plata y oro diferentes. Pareciendo ya poco dicha ornamentación, en la época del Imperio incrustaban perlas y piedras preciosas en las cajas, siendo éstas muy planas, construídas especialmente en Ginebra y Francia. Se emplearon también relojes con movimiento de figuras que danzaban, perros moviendo la cola ú otros asuntos parecidos, hasta que en el siglo XIX prevaleció la seriedad y sencillez, sin desmerecer su construcción, y en el siglo XX, mirando más bien la parte práctica, rara vez se construyen relojes artísticos. Como dato curioso, y para que se vea hasta dónde llega la precisión en la construcción, así como las competencias entre unos y otros, diremos que en Londres existe el *National Physical Laboratory*, encar-

gado exclusivamente del estudio concienzudo de los relojes, con objeto de dar certificados de su funcionamiento. Estos se dividen en tres clases, *A, B y C*, y dentro de cada una hay puntuaciones, siendo las pruebas tan severas, que rara vez se da un certificado de la clase *A*, á pesar de ser una de las industrias que ha alcanzado mayor perfección.

#### Historia

La brillante historia de la industria relojera, iniciada y continuada en todas épocas por artifices á los cuales podemos llamar aristócratas de la mecánica, obtuvo desde su creación la estima y apoyo de los científicos, los cuales con su aparición vieron la manera de hacer efectivas y exactas sus concepciones materiales. Ninguna de las ramas del arte mecánico lleva en su haber el caudal de inventos, construcciones, cálculos y maravillosas concepciones que de la industria relojera dimanaban, pudiendo afirmarse que ha sido la cuna de numerosos artes y oficios que al invento y desarrollo de los movimientos de relojería deben su prosperidad. Desarrollóse esta delicada y complicada industria en sus primeros años en una forma á la cual más bien podemos llamar artística que industrial, pues existían esparcidos por contadas naciones una selección de artifices á los cuales guiaba más el deseo de satisfacer sus ansias de invención que el de obtener rendimientos materiales con sus obras, y fué tan grande el número y variedad de ellas, que no sabemos qué admirar más, si su inventiva ó la cantidad producida. Dura fué la labor de los primeros profesionales, pues á la ausencia casi total del cálculo, el cual era suplido por tanteos, uníase la falta de útiles, que á cada nueva concepción tenían que inventar y construir, trabajo ímprobo que ponía á prueba su amor intenso á la profesión. A su constancia y tenacidad debemos el espléndido aspecto que las artes mecánicas de precisión presentan en la actualidad. Desarrollada la producción durante varios siglos en las condiciones antedichas obteníase escasa cantidad de relojes, pues no solamente el



Reloj de sol, llamado *El libro abierto*, en el Friar Park de sir F. Crisp, Bart

profesional construía la máquina, sino que también la caja, esfera y agujas eran producto de su habilidad, solicitando, además, su concurso los físicos, astrónomos y ciencias afines, lo cual, unido á la escasez de artífices,

hace comprensible que no fuera posible por espacio de varios lustros obtener mayores rendimientos. La ausencia total de grandes talleres imprimió un sello personal á las obras posteriores á la verdadera organización y pujanza de la industria en el siglo XIX. Reduciase el taller de un profesional relojero en la antigüedad á una estancia dotada de luz zenital, en la que una modesta mesa de trabajo servía para el maestro y uno ó dos aprendices. Raro era el taller que llegara á poseer tres ó cuatro profesionales. Ninguna de las obras anteriores al citado siglo resistiría un análisis científico moderno, pues aunque casi todas artísticamente son admirables y en la construcción, á medida que se aproximan á la época moderna, más perfectas, no pueden compararse con la espléndida concepción mecánica actual, rica en pormenores de toda especie.

A continuación se exponen varias notas cronológicas que dan á conocer á los precursores de la industria y muestran la evolución seguida por el arte relojero, á la par que su desarrollo industrial. Según las mismas, se comprende que la ciencia de medir el tiempo es antiquísima, pues en el año 740 a. de J. C., Achaz, rey de Judea, presenta el primer reloj solar.

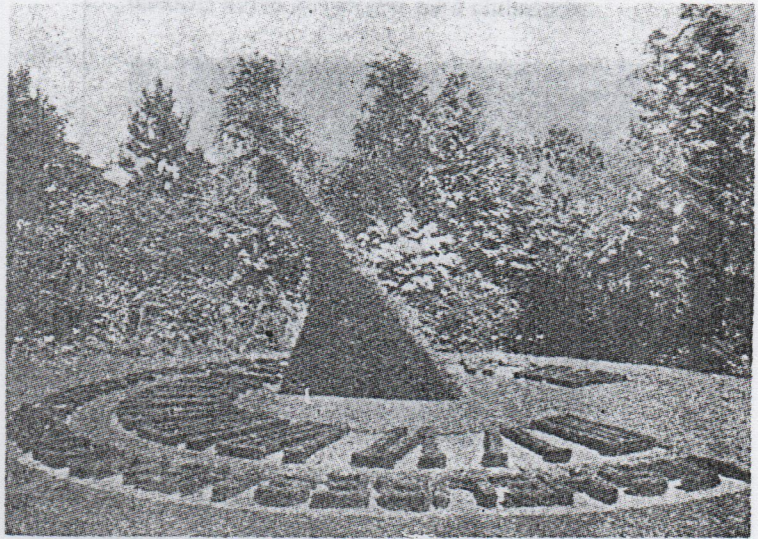
#### A. de J. C.

- 580. Anaximandro de Mileto inventa la esfera y enseña á los lacedemonios á construir cuadrantes solares.
- 400. Platón, discípulo de Sócrates, aparece como autor de la más antigua clepsidra ó reloj nocturno.
- 350. Aristóteles trata de la invención de las ruedas dentadas, atribuida más tarde á Arquímedes.
- 250. Arquímedes de Siracusa inventa una esfera con movimiento de ruedas dentadas; ignórase la clase de motor que movía el mecanismo.
- 100. Ctesibio de Alejandría presenta su clepsidra con ruedas dentadas.
- 80. Posidonio, astrónomo griego, inventa una esfera con movimiento que era, según Derham, una pieza de relojería, no una clepsidra.

#### D. de J. C.

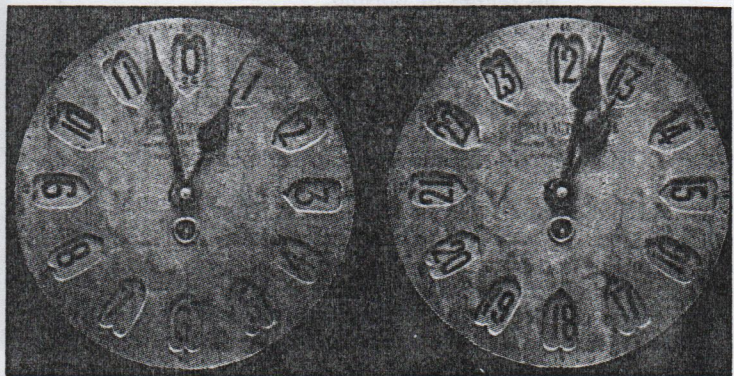
- 490. Teodorico, rey de los visigodos, envía á Gondebando dos relojes, uno solar y otro hidráulico.
- 721. Y-Hang, astrónomo chino, inventa un reloj hidráulico con ruedas, indicando el movimiento de los planetas.
- 809. Harun-al-Raschid envía á Carlomagno un reloj de latón movido por una clepsidra.
- 850. A Pacífico, arcediano de Verona, se le atribuye la invención del escape y la aplicación del peso motor.
- 990. A Gerberto, monje de Aurillac, que llegó á ser papa con el nombre de Silvestre II, se le atribuyen las mismas invenciones que á Pacífico.
- 1326. Ricardo de Wallingford, abate inglés, autor de un reloj que, según Gerner, no había otro igual.

1344. Santiago de Dondis, médico-astrónomo de Padua, compone un reloj de planisferio que excitó durante mucho tiempo la admiración de los sabios.



Reloj de sol hecho con boj recortado  
(Jardines del parque de la condesa de Warwick, Dumon)

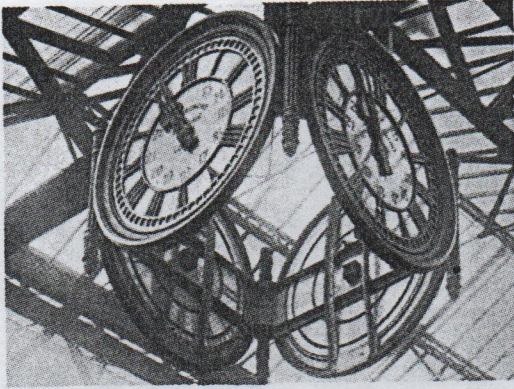
- 1350. Juan de Dondis, hijo del precedente, establece en Pavia un reloj aun más notable, que le valió el sobrenombre de *Horologius*.
- 1370. Enrique de Vick construye en París el primer reloj para Carlos V.
- 1389. Recepción del reloj de Ruán, construido por Juan de Felains, reloj que todavía existe.
- 1484. Valtherus efectúa las primeras observaciones astronómicas con un reloj de pesas.
- 1500. Pedro Henlein de Nuremberg construye el primer reloj de bolsillo.
- 1530. Gemma propone aplicar los relojes á la medida de las longitudes del mar.
- 1560. Tycho-Brahé, astrónomo sueco, poseía tres ó cuatro relojes. El mayor tenía tres ruedas, de las cuales la primera poseía 1,200 dientes.
- 1570. Conrado Dasypodius hace el dibujo del reloj de Estrasburgo, ejecutado por Habrecht, padre, hijo y nieto.



Esferas de reloj de cifras mudables automáticamente para las veinticuatro horas

- 1577. Moestlin mide el diámetro del sol por medio de las vibraciones de un reloj. Kepler fué su discípulo en Tübinga en 1589.
- 1587. Introducción de la industria relojera en Ginebra por C. Cusin, de Autun (Borgoña).

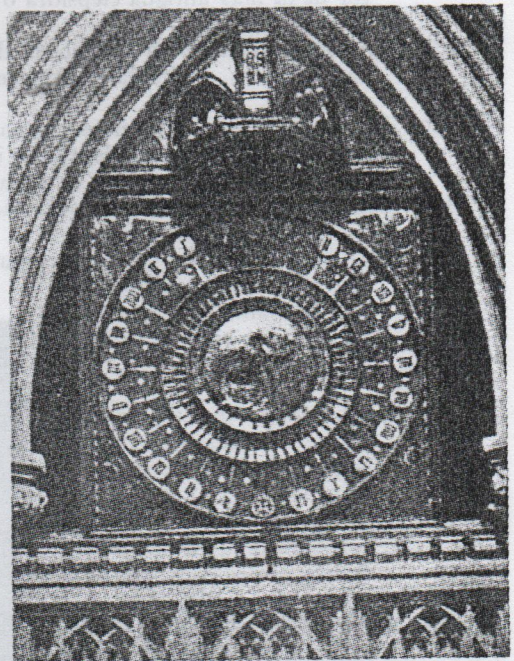
1500. Gruet, relojero ginebrino, idea reemplazar la cuerda de tripa por una cadena de acero en los relojes de caracol.
1595. Galileo descubre y aplica las leyes del péndulo.
1650. Cristián Huyghens, astrónomo holandés, aplica el péndulo á los relojes con curva cicloidal.



Reloj de cuatro esferas sin mecanismo visible  
(Estación de Waterloo, Londres)

1660. El doctor Hooke aplica á los relojes de bolsillo un muelle recto para la afinación. Inventa el escape con dos volantes.
1666. Juan Picard, astrónomo francés, es el primero que observa las variaciones de los relojes con péndulo en distintas temperaturas.
1673. Juan Richer, astrónomo francés, es el primero que observa la contracción del péndulo por el ecuador.
1674. El abate de Hautefeuille presenta un muelle recto para afinar el volante.
1674. Cristián Huyghens hace construir por el relojero Thuret, de París, el primer reloj de bolsillo con espiral regulador.
1675. G. Clement, relojero de Londres, inventa el escape de rochete ó áncora de retroceso para los relojes de pared, atribuido también al doctor Hooke.
1676. Barlow y Quare inventan, cada uno de por sí, la repetición y la aplican á los relojes de pared y á los de bolsillo.
1681. Daniel Juan Richard de la Sagne construye el primer reloj de bolsillo neuchatelino.
1691. Quare introduce la indicación de los minutos en los relojes de bolsillo.
1695. Tomás Tompion, de Londres, inventa el primer escape de reposo para los relojes de bolsillo.
1700. Fatio de Ginebra inventa en Londres el arte de taladrar los rubíes para los relojes de bolsillo.
1709. De Baufre, relojero francés establecido en Londres, crea un escape de reposo.
1703. Juan Bernouilli de Basilea, presenta una Memoria sobre el centro de oscilación del péndulo.
1714. Acta del Parlamento inglés ofreciendo un premio máximo de 20,000 libras para el descubrimiento de un medio para determinar la longitud en el mar.
1715. Graham, inventor del célebre escape-áncora de reposo para los relojes astronómicos y del escape de cilindro para los relojes de bolsillo, idea el péndulo compensador de mercurio.
1717. Enrique Sully, relojero inglés, publica su *Regla artificial del tiempo*.
1722. F. J. de Camus publica su *Tratado de las fuerzas motrices*; describe varios relojes de péndulo, de los cuales uno marchaba durante un año.

1724. Dutretre, de París, modifica el escape de dos volantes del doctor Hooke, origen del escape duplex, cuya forma definitiva es debida á Pedro Leroy.
1726. Juan Harrison inventa el péndulo á varillas para la corrección de los efectos del calor y del frío.
1726. Sully construye su segundo cronómetro de marina.
1730. Pedro Leroy, hermano mayor de Julián, inventa un escape de reposo para los relojes de bolsillo.
1734. El padre Alexandre publica su *Tratado general de los relojes*.
1735. Primer cronómetro de marina de Juan Harrison.
1736. Euderlin, autor de un reloj de torre á segundos, á ecuación, calendario perpetuo, etc.
1738. Julián Leroy presenta á la Academia de Ciencias un reloj astronómico afinado por un péndulo compensador.
1741. Amant, relojero francés, inventa el escape de clavijas, perfeccionado por Lepaute.
1747. Gaudron inventa un reloj *remontoir* de uniformidad.
1749. Rivaz, relojero mecánico de Valles (Suiza), presenta un reloj de torre de muelle, con sonería, que marchaba durante un año.
1750. Tomás Mugde, discípulo de Graham, inventa el escape libre de áncora para los relojes de bolsillo.
1750. Juan Harrison inventa el auxiliar del remontaje contenido en el caracol.
1751. Leplat presenta un *remontoir* para reloj de torre, puesto en acción por una corriente de aire.
1753. Ellicot publica una obra sobre la influencia de la temperatura en los relojes de pared y los medios de remediarla.



Reloj con las veinticuatro horas marcadas en la esfera dos veces de 1 á 12. Obra de Pedro Lighthfort (1325) para la abadía de Glastonbury, de donde fué trasladado á la Catedral de Wells en tiempo de Enrique VIII de Inglaterra (Museo Victoria y Alberto, Londres)

1754. Caron de Beaumarchais idea un escape de clavijas para los relojes de bolsillo y el escape de doble platillo, cuya invención le fué disputada por J. A. Lepaute.

1754. Juan Jodin publica su *Tratado de los escapes*, y descubre la existencia del isocronismo en los relojes.
1755. J. A. Lepaute publica su *Tratado de relojería*, y perfecciona la construcción de los relojes públicos.
1755. Pedro Leroy presenta el plano de un cronómetro de marina con escape libre, poseyendo los elementos de isocronismo por el espiral y de la compensación por el volante.
1759. Publica Río, en Santiago, su *Arte de relojes*.
1761. F. Berthoud construye su primer cronómetro de marina y publica su *Ensayo sobre la relojería*.
1761. Pruébese en el mar el cuarto cronómetro de marina de Harrison.
1765. Juan Harrison recibe el premio ó recompensa ofrecido por el Parlamento inglés en 1714.
1768. F. Berthoud expone su nueva teoría del isocronismo del espiral.
1776. J. A. Lepine presenta á Luis XV una repetición llamada astronómica con ecuación y calendario perpetuo.
1771. Prueba en el mar de los cronómetros de marina de Pedro Leroy y de Fernando Berthoud.
1773. Experimentos de F. Berthoud sobre el efecto de las variaciones de la temperatura.
1775. Lepine transforma el mecanismo de los relojes de bolsillo suprimiendo el cono y reemplazando la platina superior por puentes. Adopta, además, el escape de su invención.
1775. Juan Arnold, relojero inglés, inventa la espiral cilíndrica.
1782. Juan Arnold, creador de los primeros tipos de los cronómetros de marina actuales, solicita privilegio para su escape libre con disparo y su volante compensador.
1786. Moisés Pouzait, de Ginebra, construye un tipo de escape libre de áncora. Es el autor de los primeros relojes de bolsillo con segundos fijos independientes.
1790. Tomás Earnshaw, relojero inglés, perfecciona el volante y el escape de Arnold.
1794. Peter Litherland, de Liverpool, solicita privilegio para su escape de áncora de rastrillo para relojes de bolsillo.
1794. Tomás Mugde inventa un escape libre ó *remontoir* con uniformidad de arco ó de fuerza constante y el escape libre de áncora.
1800. Abraham Luis Breguet, hijo de padres franceses, nacido en Neuchatel, establecido en París después de haber trabajado en Londres al lado de las primeras figuras relojeras de su época, perfecciona los relojes sistema Lepine; crea el escape con cilindro de rubí, la raqueta, la raqueta compensadora y el para-caídas. Inventa el espiral de su nombre, el cual perdura todavía en los relojes de precisión; contribuye á la construcción de aparatos telegráficos, construye el escape *tourbillon*, atribuido también á Perrelet, y fué el introductor de una larga serie de innovaciones en la industria relojera. En 1823 prepáranse varios actos para conmemorar la fecha de su muerte, acaecida en 1823.
1804. Caux, de Scioncier (Alta Saboya), idea el empleo del acero acanalado para la fabricación de los piñones.
1804. Hardy, relojero inglés, inventa un sistema de volante compensado para todas las temperaturas, el cual ha servido de base para los experimentos de Dent, Froasham, Kullberg, etc.
1805. Antonio Tavan, relojero ginebrino, ejecuta una colección de 12 escapes variados, algunos de ellos de su invención.
1812. Luis Berthoud publica las *Conferencias sobre la relojería*.
1826. Rieussec, relojero de París, inventa el cronógrafo contador.
1830. Samuel Golay inventa un procedimiento para soldar las láminas bimetálicas de los volantes compensados.
1831. Winnerl, de París, construye los primeros cronógrafos con dos agujas de segundos.



Reloj de bronce dorado del siglo XVII  
(Museo Maximiliano, Augsburgo)

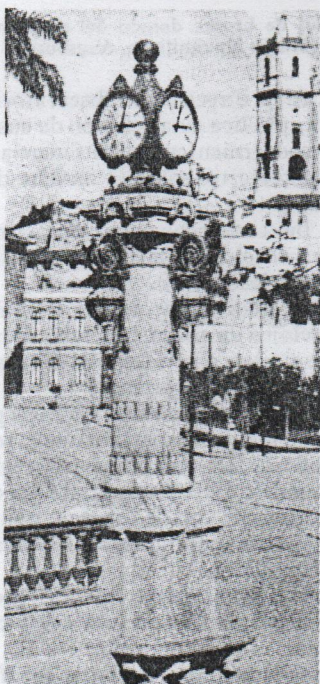
1840. Sir G. Airy, director del Observatorio de Greenwich, publica una relación de sus experimentos concernientes á la influencia del magnetismo terrestre sobre la marcha de los cronómetros.
1842. Juan Bautista Schwilgue, de Estrasburgo, restaura el reloj de la catedral de dicha ciudad, parado desde 1790.
1842. Antonio Redier, natural de Perpiñán, inventa los relojes de pared con ocho días de cuerda, el contador coincidente y diversos aparatos científicos de registro.
1845. Se efectúan experimentos en París por Laugier, astrónomo, y Winnerl, relojero, relativos á la influencia del muelle de suspensión del péndulo sobre el isocronismo de sus oscilaciones.
1847. Juan Celanio Luts, de Ginebra, imagina un procedimiento especial de fabricación de espirales templadas.
1847. León Foucault, físico francés, presenta á la Academia de Ciencias un reloj con péndulo cónico.
1849. P. Dubois publica en París su *Historia de la relojería*.
1858. P. F. Ingold, de Bienne, autor de varias máquinas-útiles para la fabricación de relojes, inventa las fresas para rectificar los dientes, las cuales son conocidas todavía por el nombre de su autor.

1860. Víctor Kullberg, de origen sueco, encomienda al Observatorio de Greenwich un cronómetro provisto de un nuevo sistema de volante.
1860. El ingeniero francés E. Phillips publica su estudio sobre el *Espiral regulador*.
1866. Koskopi, de la Chaux-de-Fonds, crea el tipo del reloj que ha conservado su nombre.
1868. D. L. Goday, de Sentier, construye un utensilio para cortar el caracol de la *chaussée* de las repeticiones ante un modelo de H. Audeman.
1870. Claudio Saunier publica su *Gran Tratado de relojería*, verdadero *vademecum* del profesional.
1877. C. A. Paillard, relojero de origen neuchatelino, establecido en Ginebra, inventa los espirales inamantables é inoxidable con mezcla de paladio; en 1885 construyó volantes no magnéticos con una aleación de la misma naturaleza.

#### Primeros relojes mecánicos de gran calibre

Conforme avanzaba la civilización, se sintió la necesidad de encontrar una manera práctica para hacer saber la hora á la colectividad, que acogió con sumo agrado la invención del reloj de torre ó campanario. Fué particularmente celebrada tal invención en los monasterios, donde los religiosos antes de ella tenían que velar durante la noche para no faltár á la hora de los rezos matutinos. Substituyóse también con esta invención la arcaica y costosa manera de anunciar las horas usada en algunas poblaciones, la cual consistía en situar en las torres de las catedrales á individuos los cuales se relevaban en la misión de anunciar las horas á la ciudad; tarea que efectuaban provistos de un reloj de arena y un martillo con el cual golpeaban la campana, dando á conocer la hora á los habitantes de la población á medida que el reloj de arena pasaba las horas. Seis martillazos, seis horas; siete martillazos, siete horas, y así sucesivamente. Encuéntanse en los Archivos municipales de algunas ciudades ó villas de im-

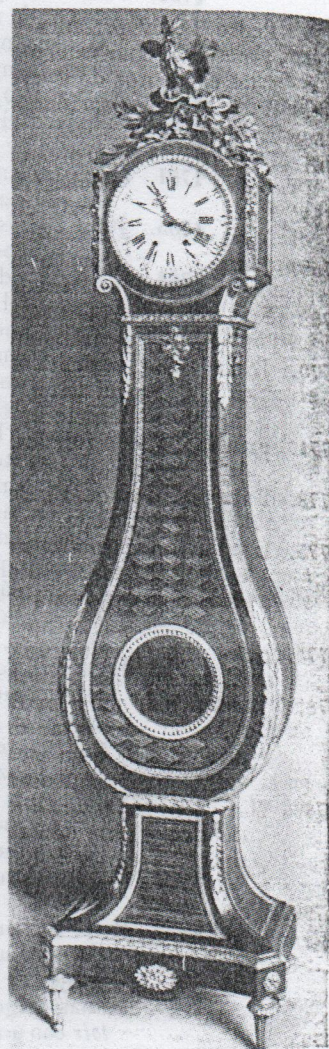
portancia cantidades consignadas para pagar dicho servicio horario. Este y parecidos sistemas más ó menos hábiles puestos en práctica por nuestros antepasados para anunciar la hora á la colectividad aguijonearon la inventiva de ciertos constructores, los cuales no cejaron hasta suprimir la mano del hombre, substituyéndola por la invención del reloj mecánico. La construcción de estos relojes realizábase utilizando la escarpa y martillo como principales elementos, y como único material el hierro forjado. Unas matrices establecían la igualdad de los dientes de las ruedas, y servían como modelo para otros ejemplares, utilizando



Reloj público en el Jardín de la Gloria (Río de Janeiro)

do el compás auxiliar, del cual era imposible prescindir. Los pies, platinas, resortes, radios y estructura general era sumamente variada, no presentando ninguno de ellos uniformidad artística, dando á la construc-

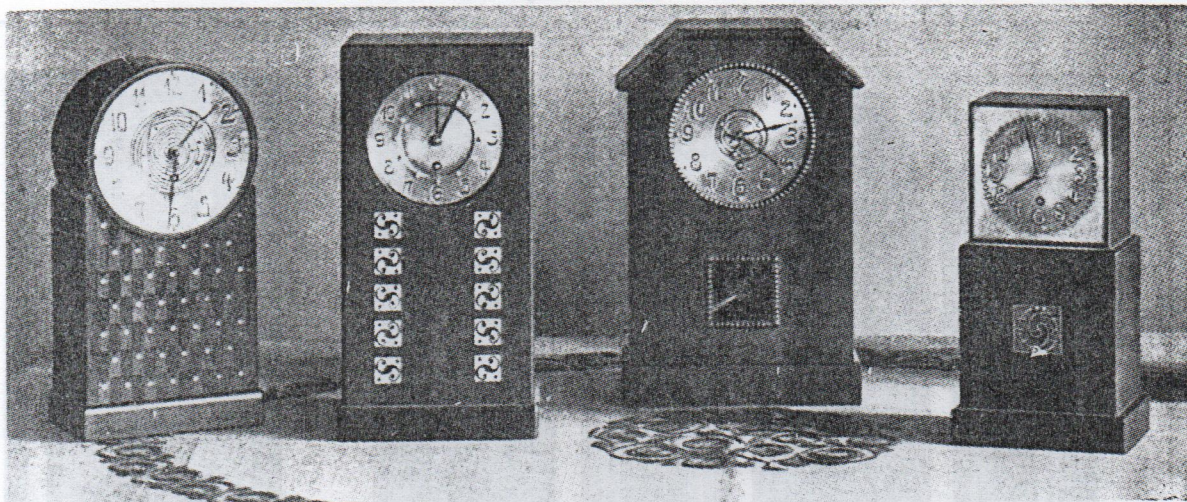
ción un aspecto atrayente, sobresaliendo, en ausencia de la perfección, el temperamento artístico de su autor. Al igual que en otras especialidades de la mecánica relojera, aparece Francia como primer país productor é introductor de la industria de relojes de torre. Desde su invención, ningún otro país ha aventajado hasta la fecha á la producción francesa de relojes de gran calibre, la cual ha presentado modelos á los cuales pueden llamarse definitivos, habiendo entre los ejemplares franceses algunos que son notabilísimos, pues la riqueza de los materiales empleados y la combinación de su máquina le han otorgado el que ocupe el primer sitio en esta especialidad. Una variedad caprichosa en la concepción nos proporciona el poder admirar, además de los relojes corrientes tocando horas y cuartos, los de carrillón; otros tocando el *Angelus* y diferentes combinaciones en las que, desde las figuras automáticas hasta los signos astronómicos, muestran ó dan idea de la valía de dicha construcción. Dedicados también á la construcción de relojes de esta clase,



Reloj de caja Luis XVI (Conservatorio de Artes y Oficios, París)

hubo en los primeros siglos, á contar desde su invención, algunos artifices, los cuales, esparcidos por diferentes naciones, produjeron algunos ejemplares burdamente sentidos y ejecutados, los que, para funcionar, tenían precisión de utilizar pesas enormes. Construyéronse en España, al igual que en otras naciones, algunos de ellos, pudiendo admirarse en el Museo Municipal de Barcelona el reloj mecánico que había funcionado en la catedral de la ciudad. La mayoría de los relojes antiguos de campanario eran construídos por individuos que tenían muy poco de profesionales relojeros, y eran, en cambio, mecánicos cuya habilidad les permitía la construcción de un reloj, que si no copiaban, era construído á base de tanteos sin ningún valor mecánico. Por regla general, construían un reloj, igual que hubieran construído una reja ú otro objeto mecánico. Es, pues, debida á Francia, y en el siglo XIX, la fabricación en serio de esta clase de relojes; exportando á todos los países su bien acabada industria de relojes monumentales, para la construcción de los cuales existían varias fábricas dotadas de todos los elementos modernos de construcción. El relativo escaso consumo de esta especialidad relojera hace sea poca su producción. Poco deben los profesionales á las otras naciones pro-



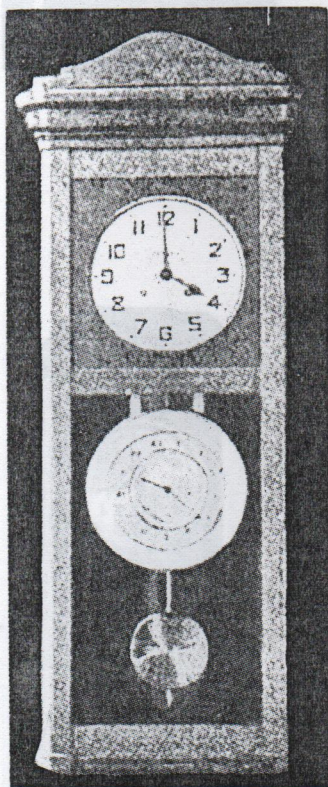


Relojes de sobremesa y chimenea modernos

ductoras en poca escala de relojes de gran tamaño, pues á excepción de algunas obras notables, producto aislado de algún genio artístico, poco es lo digno de mencionar. Descuella entre estas obras el reloj monumental de Estrasburgo, construido é ideado primeramente por C. Dasipodius y los hermanos Habrecht en 1574 y reconstruido por J. B. Schwilgué desde 1838 hasta 1842, verdadera obra maestra cuya descripción llenaría páginas enteras. La abadía de Westminster cuenta también con un reloj carrillón monumental, cuya sonería se ha popularizado de algunos años á esta parte por haberse aplicado sus sones musicales á los relojes de pared. Descendiendo en orden de tamaño, encontramos la construcción de relojes de comedor y antecama en los que desuellan la construcción inglesa, francesa y suiza con una espléndida colección todas ellas, sobresaliendo Inglaterra por su especial manera de construir así en máquinas como en cajas. La característica especial de los productos ingleses, los cuales llevan impresa la sencillez, elegancia y solidez, son de notar también en las construcciones relojeras, las cuales, á base de materiales escogidos y á conciencia trabajados, resultan casi eternas. Son los movimientos de relojería ingleses de una rigidez á toda prueba, pues sus componentes, latón, hierro,

á su peculiar y práctica manera de pensar, tocan muchos de los relojes ingleses de este calibre solamente las horas, entendiendo por inútil el tocar la media hora, pues no señala á qué hora pertenece.

Son las cajas de líneas sencillas y elegantes, adornados algunos ejemplares notables por figuras de nácar ó paisajes chinos incrustados en la madera. La región del Marez du Jura, en Suiza, aportó en todas épocas al mercado relojero una típica construcción de reloj, exportado á todos los países con éxito extraordinario. Nos referimos al clásico reloj de caja en forma de guitarra con péndulo de varillas, construcción especial que reúne una solidez y afinación muy grandes, pues no es raro encontrar mecanismos cuya marcha data de un centenar de años, y prosiguen marcando el tiempo con una regularidad absoluta. Este modelo ha sido objeto de copia, sobre todo á principios del siglo XIX, cuyas copias no llegaron á igualar á los originales. Un ejemplar construido en la villa de Blanes, de la costa catalana, puede admirarse en el Museo *Cau Ferrat*, de Sitjes. Siguiéron los constructores modificando sus sistemas de escape á medida que avanzaban los inventos, substituyendo al primitivo escape de paletas por el de áncora y algunos batiendo el segundo, valiéndose para ello del escape á medias clavijas. La sonería ocupa un lugar primordial en estos relojes, pues la sonoridad de sus campanas les han acreditado como los más prácticos para oír la hora á distancia. Los utensilios usados modernamente en esta construcción especial son los tornos de gran diámetro y, en general, las herramientas usadas en mecánica de calibre mediano, no ofreciendo ninguna particularidad notable ninguna de ellas, por ser conocidas y usadas en industrias similares. Produjo Francia durante los siglos XVIII y XIX los mejores ejemplares de relojes de sobremesa que se han construido hasta la fecha, pues la moderna construcción no supera á las concepciones artísticas que, fabricadas en París principalmente, tanto nombre le dieron, creando un calibre de máquina conocido con el nombre de París, y siendo las cajas de una ejecución esmeradísima, pues los dife-



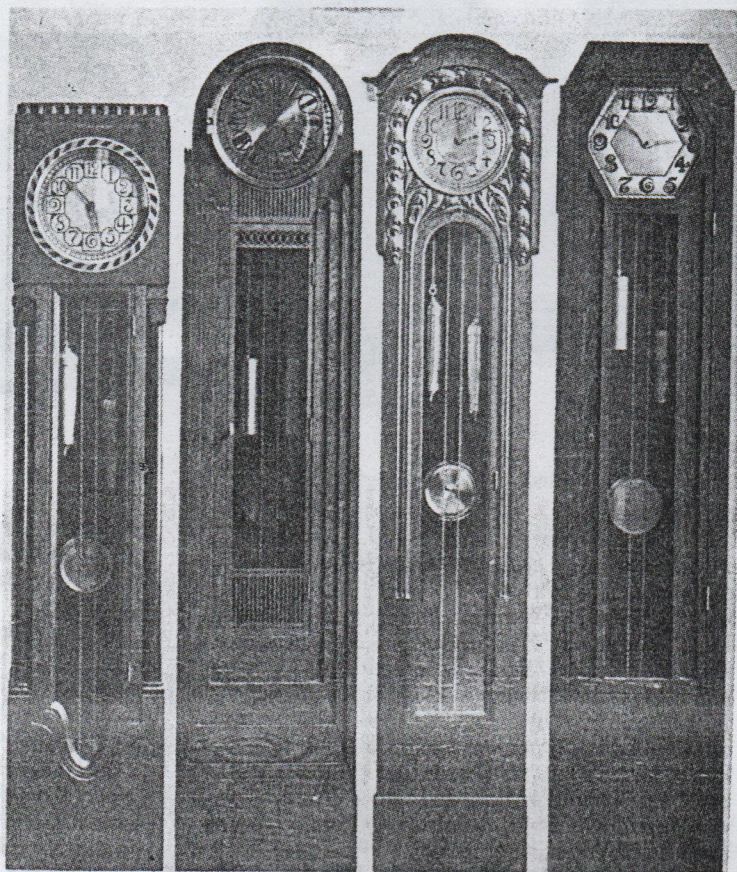
1, reloj regulador; 2, cronos

acero y bronce, son de excelente calidad, forjados y templados á conciencia y adornados de mecanismos prácticos, que marcan en algunos relojes los días de la semana y el mes, fases de la luna, etc., y obedeciendo

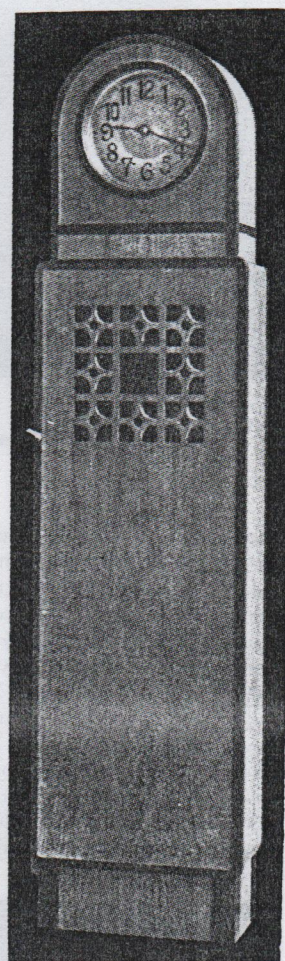


Reloj de sobremesa estilo austriaco moderno

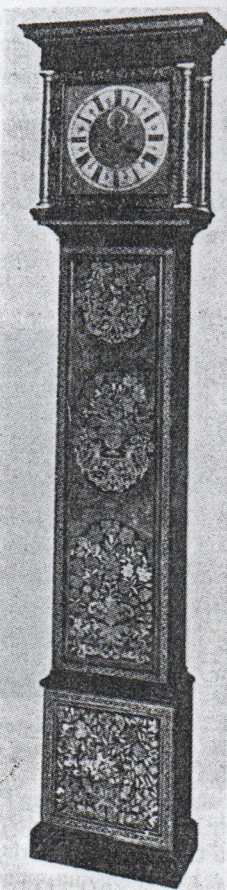
Reloj



Diversos modelos de relojes de caja modernos



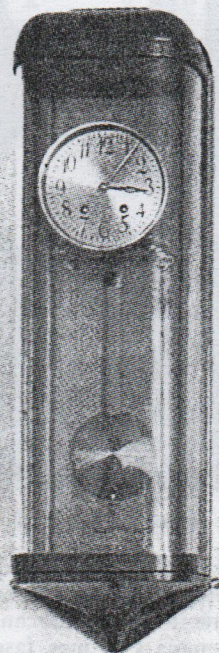
Reloj de caja estilo alemán moderno



Reloj de caja estilo inglés con incrustaciones de oro (siglo xvii)

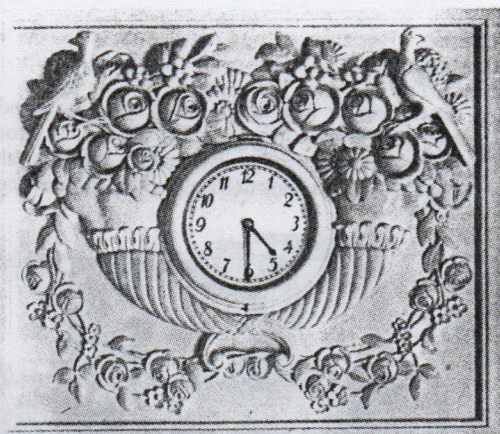
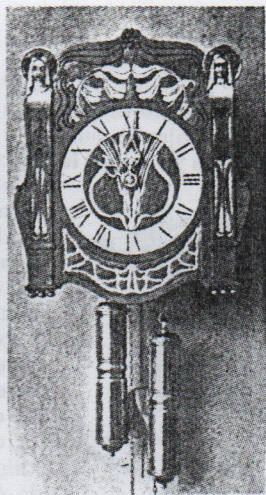
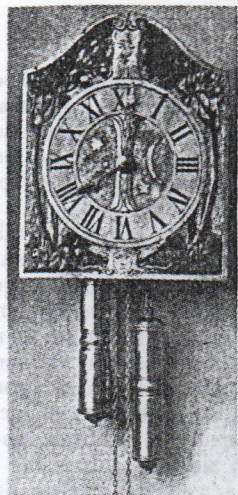


Reloj de pie de bronce dorado (siglo xviii). (Antiguo Palacio Real de Dresde)



Reloj de pared moderno

# Reloj

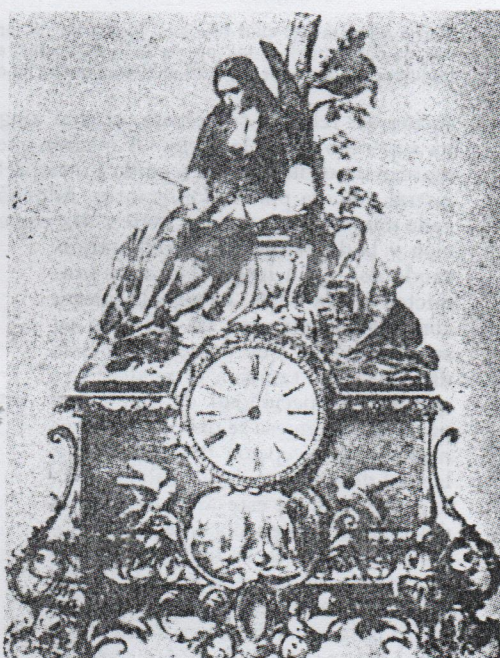


Reloj de pared de alcoba con ornamentación de estuco

Relojes de pared y pesas, estilo alemán moderno



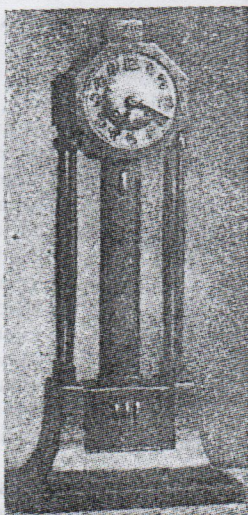
Reloj de chimenea, estilo alemán moderno



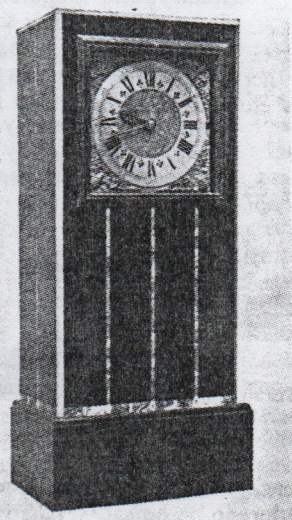
Reloj de la decadencia del Imperio con la figura de La Fontaine



Reloj de mesa estilo alemán moderno



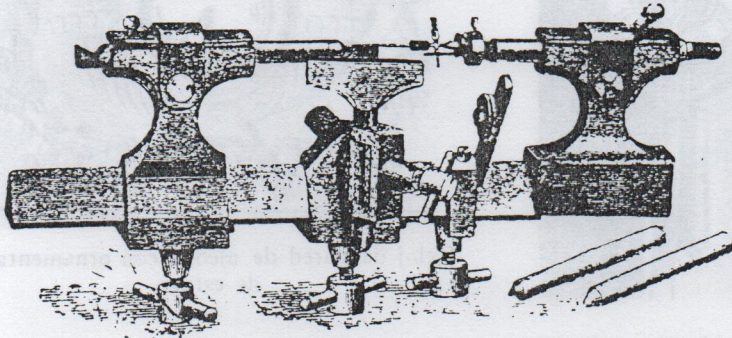
Reloj de bronce estilo alemán moderno



Reloj de mesa estilo inglés moderno

rentes estilos Renacimiento, Luis XV y todas las épocas que dejaron una huella artística fueron fielmente sentidas y ejecutadas. El temperamento artístico y mecánico francés descuella en gran manera con la fabri-

La industria relojera francesa produjo en relojes de bolsillo una construcción especial y clarísima con los relojes de puentes y sumamente delicada cuando vino en su ayuda la aplicación de los rubies. Los primitivos

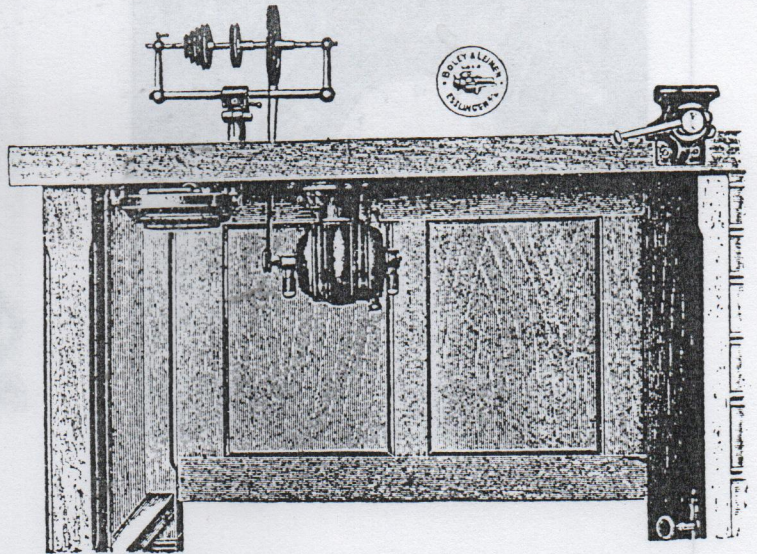


Torno á puntas, el cual funciona mediante un arco y una cerda delgada, sirviendo para concluir las piezas más delicadas, en las que precisa la mano del hombre para apreciar el grado de fuerza que se ha de imprimir á la pieza torneada

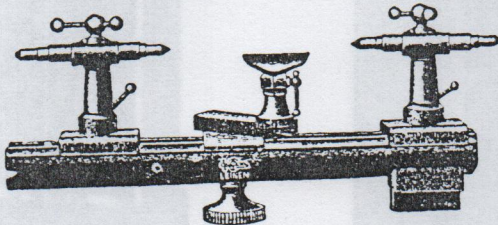
cación del reloj de sobremesa, al cual ninguna nación ha superado hasta la fecha. A medida que las épocas marcan un estilo, éste es seguido é interpretado de magistral manera por los fabricantes. Aduñóse del mercado mundial en los siglos XVIII y XIX con esta producción y la de relojes de pared, exportando con gran intensidad estos productos hasta 1870, en que la guerra con Alemania marca un descenso en su producción, que acreciéntase cada día. Poco es también el rendimiento que en la especialidad de relojes de pared y sobremesa se debe á las otras naciones, á excepción de Alemania, á la cual debemos en la actualidad toda la producción de este artículo, al final del cual hay bien documentadas notas de lo que es la industria relojera alemana en la actualidad. Es, pues, en el siglo XIX cuando llega á su apogeo la industria relojera en Francia con sus adelantos así en útiles como en cálculo, marcando un avance con la substitución de la llave por el sistema de *remontoir*, por lo cual no vacilamos en calificar de edad de oro á la citada época. La pulimentación de las piezas en general, y sobre todo las de acero, obteníase antiguamente por procedimientos si bien pesados, no menos eficaces, pues en las antiguas construcciones adviértese un cuidado y una solidez en los pulimentos del acero templado y en los dorados, que nada tienen que envidiar á los actuales obtenidos por medio de

relojes de bolsillo cuyo escape estaba formado por un rodaje al final del cual accionaba la rueda catalina, hoy llamada de escape, y un volante cuyo eje constaba de dos paletas que con la ayuda de la espiral se movían, no afinaban en su marcha por la naturaleza especial de la construcción. Inventóse el escape de cilindro con el cual se obtuvieron buenas afinaciones en la construcción francesa, que se distinguió siempre sobre las otras en la de este escape. Pero donde fué definitivo el triunfo de la producción fué en el escape de áncora, con el cual, finamente concebido y construido, obtuvieron fama las construcciones salidas de la villa de Besan-

zón. Ha producido Francia toda clase de relojes, desde el de torre á la miniatura, con un arte y exquisitez dignos del mayor elogio, y ha hecho florecer con su industria relojera á otras industrias cuya base consistía en movimientos de relojería, siendo ejemplo de



Mesa de trabajo con motor para funcionar el torno



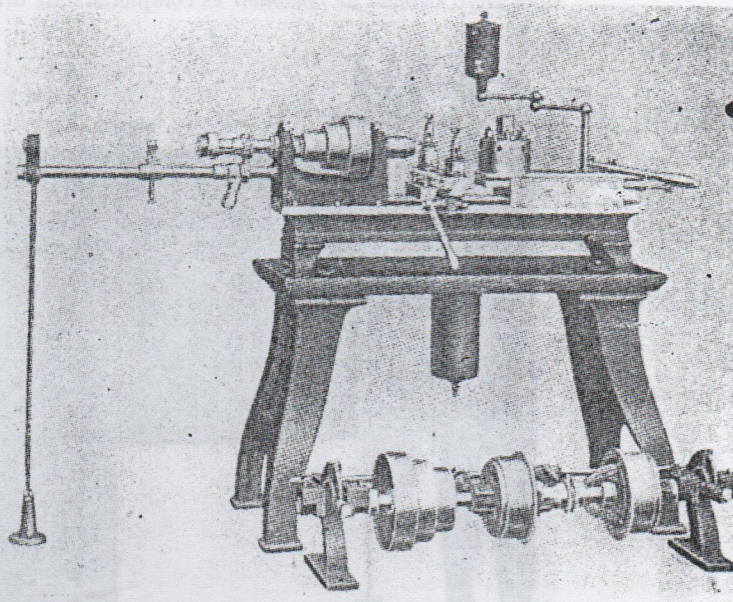
Torno á puntas moderno. Su construcción admite la aplicación de accesorios que permiten funcione al igual que los más completos

utilidades cuya construcción es digna de admiración. El dorado hecho á base de mercurio, sumamente nocivo á la salud, ha sido substituído por el baño eléctrico á base de pilas, nada nocivo, pero menos duradero.

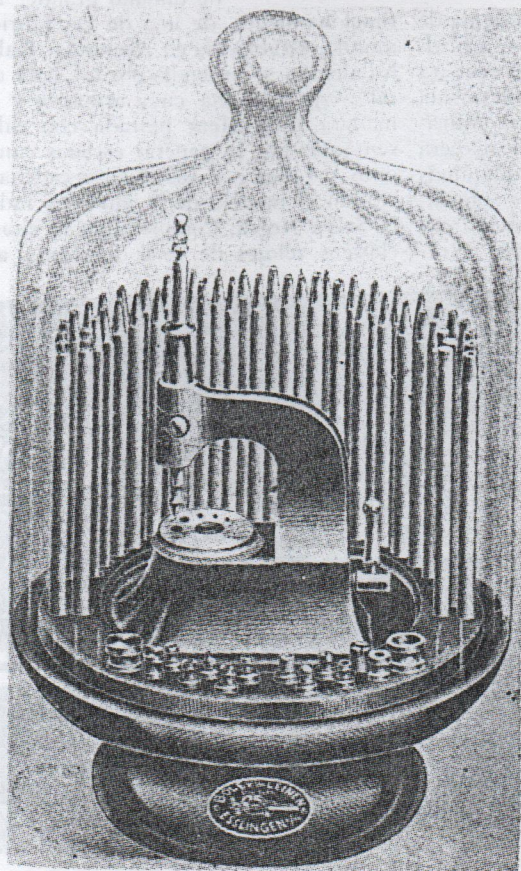
ello los juguetes mecánicos, autómatas, cajas de música, aparatos ó contadores eléctricos, en cuya rama la mayor parte de obreros la constituyen profesionales relojeros, incluyendo también la industria de gramófonos, cuyos aparatos deben á los cálculos de relojería su funcionamiento. Existen en la nación francesa en la época actual industrias relojeras de importancia y fabricanse cristales y objetos de aplicación en la relojería, si bien no con la intensidad de otras épocas, en las cuales exportaba á todo el mundo sus productos relojeros. Tiene varias escuelas de relojería, siendo las más importantes las de Cluses, París, Besanzón y Lyon, creando anualmente, según estadísticas recientes, unos 500 oficiales relojeros, contando los que reciben su educación en talleres profesionales. No es fácil discernir entre Francia y Suiza cuál de las dos ha contribuído más á los adelantos de la industria relojera, por lo que hace referencia á la producción de relojes de bolsillo. En cambio, la relojería de gran calibre, entendiéndose por ello desde el reloj de torre, pasando por el de pared, sobremesa, despertador y reloj de viaje, indudablemente corresponde á los franceses; pero Suiza conserva y au-

menta su producción de año en año: ha sabido resistir valientemente el violento empuje de otras naciones, entre las que se halla su vecina Alemania, y en la actualidad surte el mercado de diversas naciones del mundo, siendo su industria relojera modelo de construcción y afinación. Cuenta para su desarrollo con multitud de fábricas, varias escuelas profesionales y constantemente fabrica modelos, obteniendo algunas de sus fábricas nombre mundial por la bondad de sus productos: es difícil calcular el número de obreros relojeros con que cuenta dicha nación, los cuales, de un trabajo patriarcal al que vivían consagrados en la antigüedad, han pasado á la gran industria, desapareciendo cada día el tipo del relojero aislado que efectuaba su trabajo en una estancia rodeado de un ambiente familiar. La industria relojera en Suiza se halla especializada, lo que ha permitido conseguir gran esmero en la construcción de relojes. Los útiles modernos han substituido á los antiguos en la fabricación dándonos una idea de la buena manufactura y cálculo en los cañbres, el que algunas ruedas, resortes, esferas y cajas se construyen en Suiza para ser después montadas en otras naciones por casas que han adquirido con sus marcas fama mundial. La producción suiza en relojería de pared, sobremesa y despertadores

yas cajas son labradas de una manera artística, aunque algo rudimentaria. La costumbre existente de que los individuos de una misma familia sigan la profe-



Torno revólver destinado á la fabricación de piezas para relojes de pared modernos. Muestra de los útiles de gran tamaño que se emplean en la industria relojera



Util provisto de punzones para remachar los ejes á las ruedas y volantes

es escasa, teniendo, en cambio, alguna región que se distingue en la construcción de relojes que suelen llamarse de fantasía, como son los de cuco y similares, cu-

sión relojera, ha proporcionado á Suiza en todas épocas un verdadero ejército de profesionales escogidos y amantes de la prosperidad del arte, al que aportaron sus esfuerzos para llegar al grado de perfección actual.

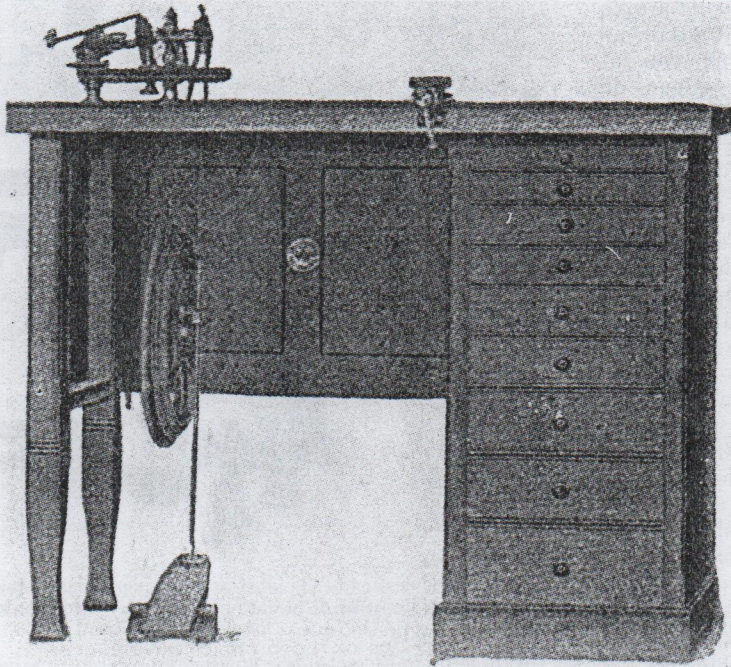
La característica de la producción inglesa ha sido en todas las épocas el llevar sus obras impresas un sello científico especial imposible de confundir con las similares de otros países. Aportaron los primeros maestros relojeros ingleses á la industria relojera una seriedad y solidez en sus trabajos, la cual perdura y toman ejemplo de ella los norteamericanos. Es el reloj inglés y norteamericano de excelente construcción, aunque, por lo que atañe á Inglaterra, la vemos aferrada á mantener durante una serie de años su tipo de reloj, el cual, á pesar de ser de construcción sólida y de aspecto elegante y sobrio, no se amolda al gusto de ciertos mercados, que prefieren mayor fantasía en los artículos. La producción inglesa es relativamente escasa, pues casi se limita al mercado de la metrópoli y de sus colonias. Durante muchos años produjo el reloj de llave con una constancia que no se comprende en la actualidad, pues si en los primeros tiempos de la invención del sistema de *remontoir* era éste defectuoso, desde cuarenta años á esta parte se puede calificar de perfecta dicha invención; no obstante, el temple usado en las piezas de acero, la buena calidad de sus latones y rubíes, hacen de la producción inglesa que sea preferida á otras de menos valor científico y material. Las antiguas máquinas inglesas eran de construcción rica y lujosa, utilizando incluso en algunos ejemplares diamantes de bastante valor: una rica variedad en útiles de todas clases completa la obra de perfección; en lo que más se distinguió la industria inglesa fué en la construcción de cronómetros para la marina, en lo que fué verdadera maestra, aviniéndose por completo esta producción al carácter serio é investigador del pueblo inglés; actualmente es escasa la producción.

La América del Norte, cuya producción data escasamente de un siglo, se ha distinguido siempre por su característica manera de idear las máquinas, pues sobre todo durante el siglo XIX se dedicó principalmente á construir modelos económicos; suyos son, entre otros, los primeros relojes despertadores económicos que subs-

tituyeron á la producción francesa. Los fabricantes americanos fueron perfeccionando sus modelos, particularmente en relojes de bolsillo, habiendo creado tipos cuyo sistema de *remontoir* es completamente ori-

rada, respondiendo sus ejemplares á una honrada concepción mecánica. Algunos ensayos de relojes eléctricos han despertado la atención de algunos profesionales tanto en España como en Francia, Suiza y Alemania, si bien no han correspondido hasta la fecha los esfuerzos realizados en dicho sentido para obtener un reloj eléctrico que ofrezca garantía para el uso doméstico. La instalación pública de algunos de ellos en las grandes capitales exige un cuidado diario y especial por parte de los técnicos electricistas, no constituyendo hasta la fecha el verdadero tipo de reloj ideal. Solamente es de alabar por su perfección un modelo suizo recientemente construido que contiene un pequeño motor que actúa cada veinticuatro horas moviendo un mecanismo especial que da cuerda al reloj; tiene un dispositivo, además, que aunque hubiera un paro en la corriente eléctrica en el momento de funcionar el mecanismo, le queda al barrilete cuerda para tres ó cuatro días más. Los relojes eléctricos á base de pilas secas, á pesar de la buena voluntad de sus constructores, no ofrecen grandes garantías de duración y afinación.

De la importancia y esplendor en la especialidad de relojes de pared, despertadores, de sobremesa y, en general, toda la construcción de relojería de tamaño grande, nos dará idea el funcionamiento de una de las fábricas mayores del mundo, establecida en Alemania. Hablando de un reloj alemán se entendía por tal, hace algunos años, un reloj con máquina cuya armazón y platinas eran de madera, una esfera pintada con calcomanías representando por lo general escenas campestres, un péndulo y pesas con sus clásicas cadenas de metal constituían el modelo de la modesta industria casera de la Selva Negra. Completaban la citada industria los clásicos relojes de *café* que tanta aceptación tuvie-



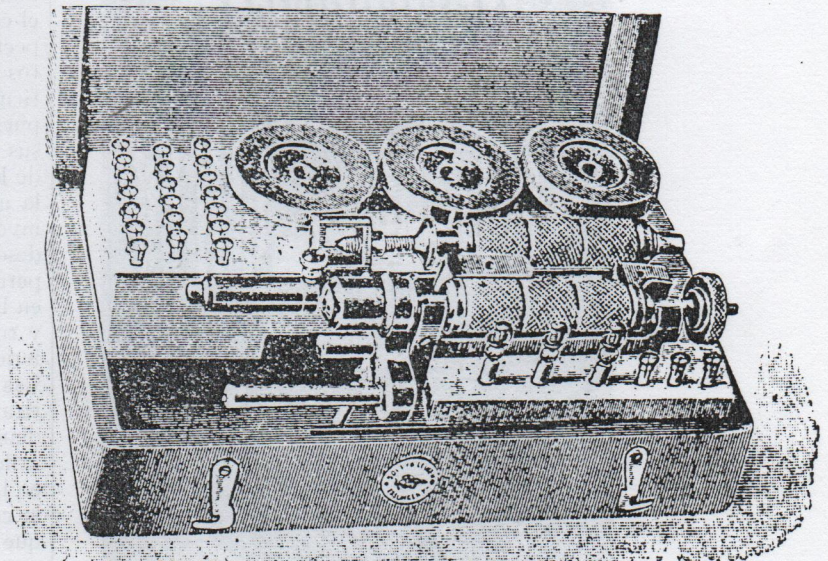
Mesa de trabajo con pedal para funcionar el torno

ginal y complicado; aunque su producción es digna de alabanza, la rigidez de sus componentes ofrece dificultades en Europa para la compostura, pues necesita ser la pieza que se compone ó substituye de la misma construcción, no admitiendo, como otras, modificaciones en su estructura. Posee la industria relojera norteamericana un rico arsenal de útiles y máquinas perfectas, en las cuales la mano del hombre sólo interviene para prepararlas y cuidarlas; distínguese también en la construcción de cajas de bisel y tapa cerradas herméticamente á rosca, y cuyo metal simil oro ofrece la garantía de conservar siempre el mismo color. Sus productos surten principalmente los mercados de América, y su exportación á Europa es poco importante.

Japón, con su carácter emprendedor, alcanzó en estos últimos años gran importancia en la construcción de tipos de reloj despertador, habiendo aprovechado durante la guerra europea la escasez de productos relojeros para dar á conocer sus modelos, que son, por lo visto hasta la fecha, una buena copia de los modelos americanos. Los relojeros japoneses hasta hace pocos años sólo habían aportado á la industria europea la decoración magnífica de algunas esferas y cajas.

En Italia y Checoslovaquia se construyen algunos modelos de despertador, y en la última algún modelo de reloj de pared, pero ni una ni otra tuvieron gran influencia en la industria relojera.

Contribuye España á la producción relojera con una fábrica de relojes de torre de construcción muy esme-

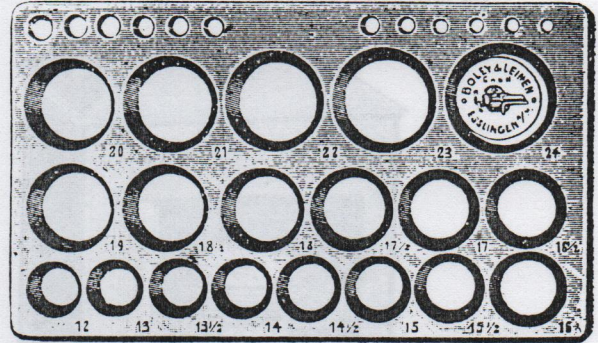


Util ó torno á mano para ajustar y pulir las cabezas de los tornillos

ron y que todavía se adquieren como curiosidad. En la actualidad todo ha cambiado, pues la citada modesta industria ha sido substituída por la moderna construcción que alcanza una producción diaria de

50,000 relojes, gracias á una admirable organización y modernos procedimientos muy diferentes á los empleados por el aldeano que en los interminables meses del invierno reclusiase en su casa en la que producía los relojes antiguos, valiéndose para ello de herramientas la mayor parte de las veces inventadas por él mismo. Sus obras, que aun se componen, fueron modelo de duración, y á prueba de polvo, temperatura y mal trato de sus propietarios. El cambio en la producción de la Selva Negra no data relativamente de muchos años. Después de la guerra de 1870, el fabricante Arturo Junghans ideó la introducción del sistema americano en la fabricación alemana, empleando en gran escala máquinas automáticas, las que producen y producen en la actualidad las piezas completamente intercambiables. Al instalar su fábrica mereció preferente atención la fabricación de relojes de pared y despertadores, dejando para más tarde el estudio de la fabricación del reloj de bolsillo. Aumentó rápidamente y resultó al cabo de pocos decenios la mayor del mundo, habiendo adelantado en producción á todas las fábricas de la América del Norte. Imitando su ejemplo, establecieron otras en la misma región, las cuales en la actualidad proporcionan trabajo á miles de obreros. Emplea esta casa solamente 5,000 obreros con una producción diaria de 15,000 relojes. Dotadas estas fábricas de todos los elementos de la ciencia moderna, producen algunas de ellas en sus sucursales diseminadas por la región 200,000 kg. de latón al mes, especialmente dedicado á la fabricación de máquinas de reloj. Todos los elementos que integran la construcción de un reloj, alambres de hierro y acero, muelles reales, etcétera, son objeto de un cuidado y vigilancia especial por personal idóneo que cuida en sus más nimios detalles la preparación de las variadas piezas de un reloj, empleando en sus manipulaciones máquinas exclusivamente automáticas de gran precisión, las cua-

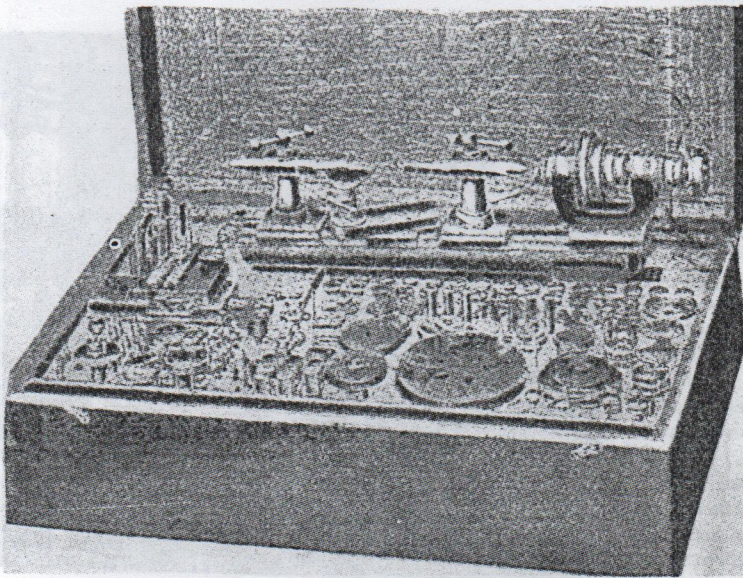
gas cintas en las que van colocadas todas las piezas que componen la máquina de un reloj. Siempre que la forma lo permite, quedan estas piezas almacenadas en tubos que, una vez llenos, se colocan en otras má-



Util para estrecha: la boca ó ajuste de un barrilete cuya tapa es conveniente cierre con presión

quinas para la siguiente operación. Así, en las máquinas destinadas á cortar los dientes, se colocan hasta 60 ruedas á la vez, parándose automáticamente después de haber hecho el último diente.

Los piñones de linterna, que constan de dos discos con pasadores de acero, constituyen uno de los trabajos que más caracterizan el sistema americano adoptado por la fabricación alemana. La condición principal que han de reunir para su buen funcionamiento consiste en que vayan exactamente redondos en sus ejes. El procedimiento para su fabricación es el siguiente: los dos extremos de los ejes son primeramente torneados por máquinas automáticas con puntas cónicas, y la misma máquina hace entrar por presión los dos discos para el piñón y un disco para la rueda. Estos discos se tornan y luego sufren la misma operación los pivotes del eje, de manera que resultan exactamente redondos todos los ajustes. Después de estar torneados se colocan los ejes en posición vertical sobre una especie de platillos, de donde los sacan unas pinzas automáticas para entrarlos en la máquina automática que taladra los agujeros en que han de colocarse los pasadores que forman el piñón. Con objeto de suprimir el trabajo pesado de colocar los pasadores de acero en los piñones, antes efectuado por niños en su domicilio particular, inventóse una máquina que libra al hombre de un trabajo tan pesado. Con esta nueva invención los pasadores entran en sus agujeros por un movimiento mecánico combinado con un chorro de aire producido por un exhaustador. La fabricación automática no se limita á las piezas para la máquina del reloj, sino que abarca también los accesorios: cajas, campanas, péndulos y esferas en sus diferentes variedades. Se puede asegurar sin exageración que la industria relojera tiene que recurrir á todos los medios que la ciencia humana ha puesto en uso, y emplear los métodos más exactos de la mecánica de precisión. Existen máquinas que, de un pedazo de alambre y sin intervención alguna del obrero, producen piezas tan

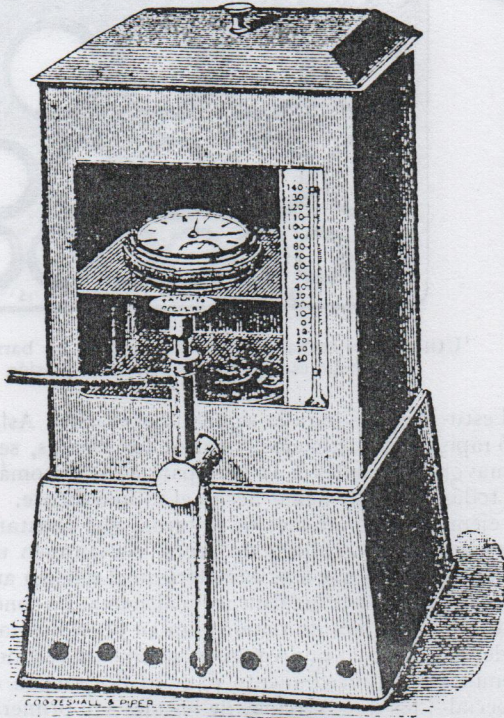


Estuche conteniendo un torno al aire, con todos los accesorios para tornear, cortar ruedas, etc., etc.

les efectúan y transportan sus trabajos de una parte á otra hasta dejar las piezas completamente terminadas. Encuéntanse en las salas de estampación unas prensas de gran tamaño, de las cuales salen unas lar-

finas que apenas son visibles, teniendo que recurrir al cristal de aumento para observarlas, y cuya medida no tolera variación mayor que la centésima parte de 1 mm., necesitando para su examen ó comprobación

otras máquinas especiales de una precisión matemática. De gran interés es la operación de emplatinaje y montaje de los relojes. Se emplean para ello aparatos auxiliares, los que permiten á una operaria el mon-



Estufa para la comprobación de los relojes á diferentes temperaturas

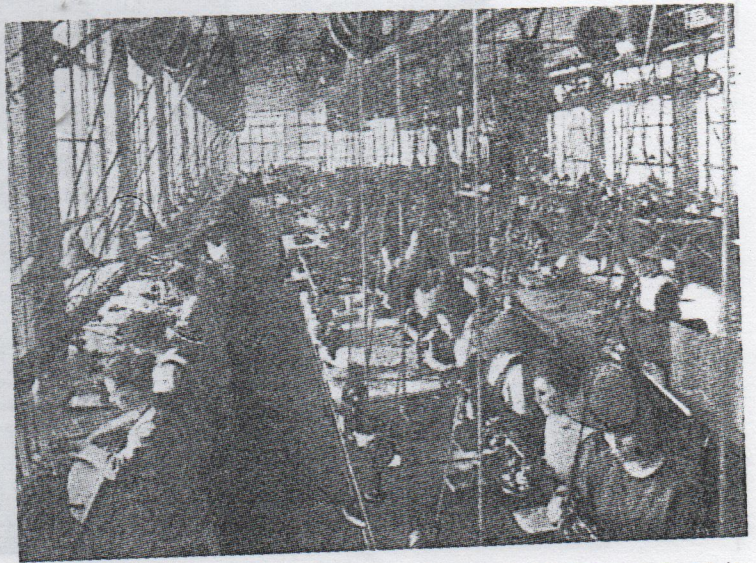
taje de 400 máquinas al día. Para obtener este rendimiento, el intercambio de las piezas es perfecto, excluyendo cualquier retoque en las piezas.

Por esta razón se da el caso, según en qué fábricas, que una pieza construída en la actualidad sirve para un reloj fabricado diez ó más años antes. Nótase por las causas antedichas la ausencia en los talleres de montaje del obrero profesional, quien tiene sólo la misión de un encargado ó vigilante, pues el trabajo manual se efectúa por operarias á las cuales queda terminantemente prohibido emplear limas ú otras herramientas propias para retocar las piezas sueltas. La distribución de las piezas es objeto de minucioso examen, y la que no ha pasado por el control establecido, pasa al depósito de los desperdicios; varios empleados ocupan exclusivamente en cuidar que los talleres de montaje obtengan las piezas en suficiente cantidad para nutrir rápidamente las secciones diferentes de que consta la producción. Como quiera que una pieza exige más operaciones que la otra, la distribución del trabajo es un problema de suma importancia para la marcha de las fábricas. Un solo despertador de clase corriente consta de 148 piezas sueltas, las que requieren el importante número de 870 operaciones para su terminación. Mientras que Alemania domina el mercado mundial en lo que hace referencia al reloj de pared, de sobremesa y despertadores, Suiza posee el monopolio para la fabricación del reloj de bolsillo. Todas las tentativas para introducir esta industria en

Alemania han fracasado por la falta de técnicos especialistas, para cuya formación se necesitan años y hasta generaciones enteras. Una de las casas alemanas más importantes ha trabajado durante muchos años en este problema, y después de haber invertido grandes capitales en ensayos y estudios, ha logrado fabricar un reloj de bolsillo cuya calidad nada tiene que envidiar á otras marcas, pues su ejecución y afinación son perfectas. Ha obtenido este resultado empleando el mismo sistema de máquinas automáticas, y un control riguroso elimina sin piedad la pieza que no resulta absolutamente exacta é intachable. Para este control empleanse aparatos de gran aumento, viéndose la pieza de tal manera, que cualquier defecto se percibe con suma facilidad sin que haya necesidad de fatigar la vista. Obsérvanse para las operaciones del montaje los principios modernos basados en la división del trabajo, pues así como en la mayoría de las fábricas suizas el reloj se entrega á un solo obrero para ultimar todas las operaciones del montaje, la fabricación alemana forma especialistas para cada una de las manipulaciones, los cuales, al cabo de unos meses, obtienen en su trabajo gran seguridad y rapidez. Especializada de esta manera la producción, se



Vista de una sala destinada á la fabricación de relojes de bolsillo en Suiza



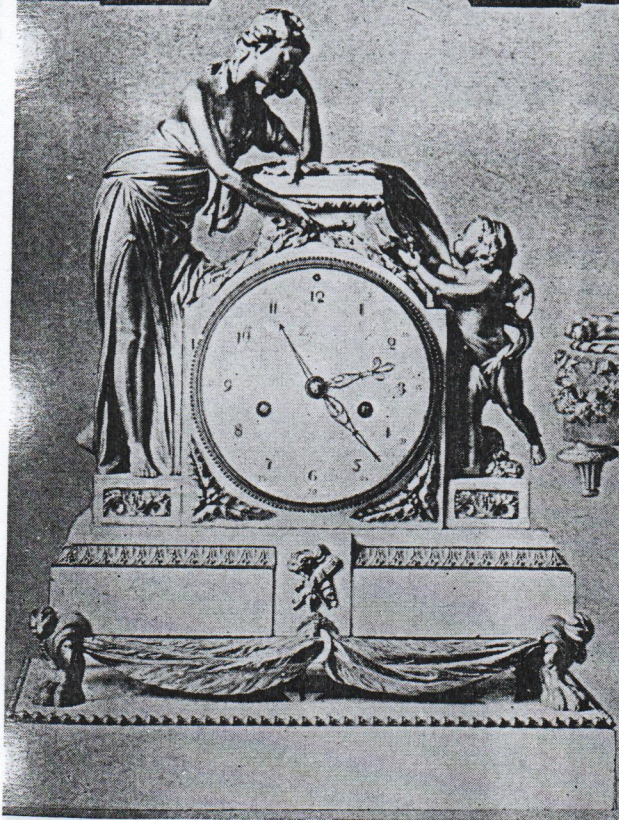
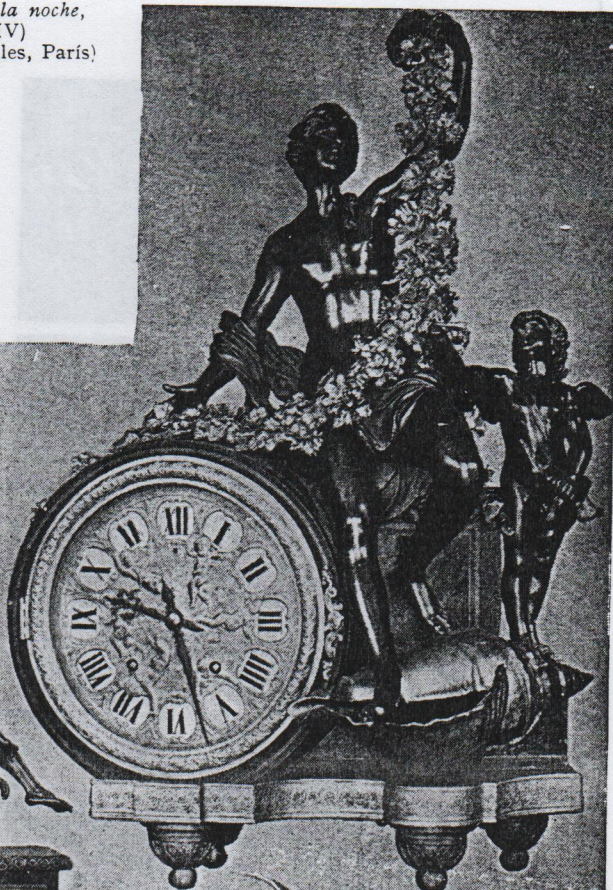
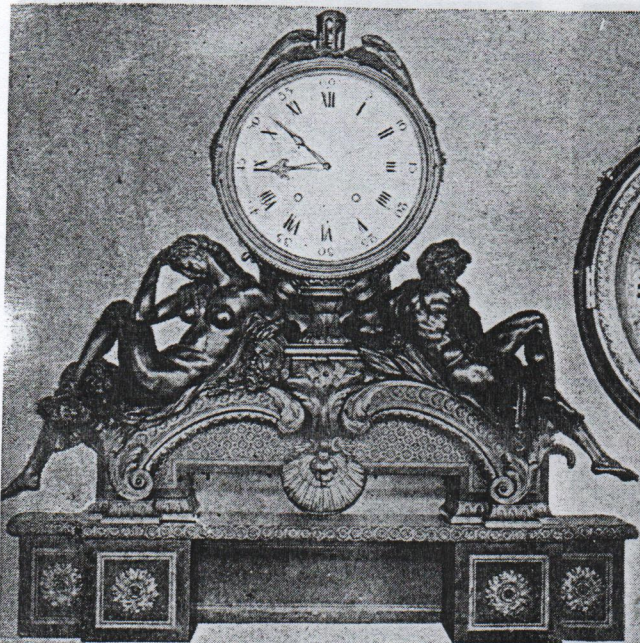
Vista de una de las salas de construcción de una fábrica moderna de relojes en Alemania

obtiene una exactitud perfecta en la construcción, haciendo imposible el retoque y favoreciendo, por tanto, la calidad de reloj. La fábrica más importante destinada, para esta construcción, un edificio de dimensiones



1. De bronce, imitación de *El Día y la noche*, de Miguel Ángel. (Época Luis XIV)  
(Antiguo hotel Soubise. Archivos Nacionales, París)

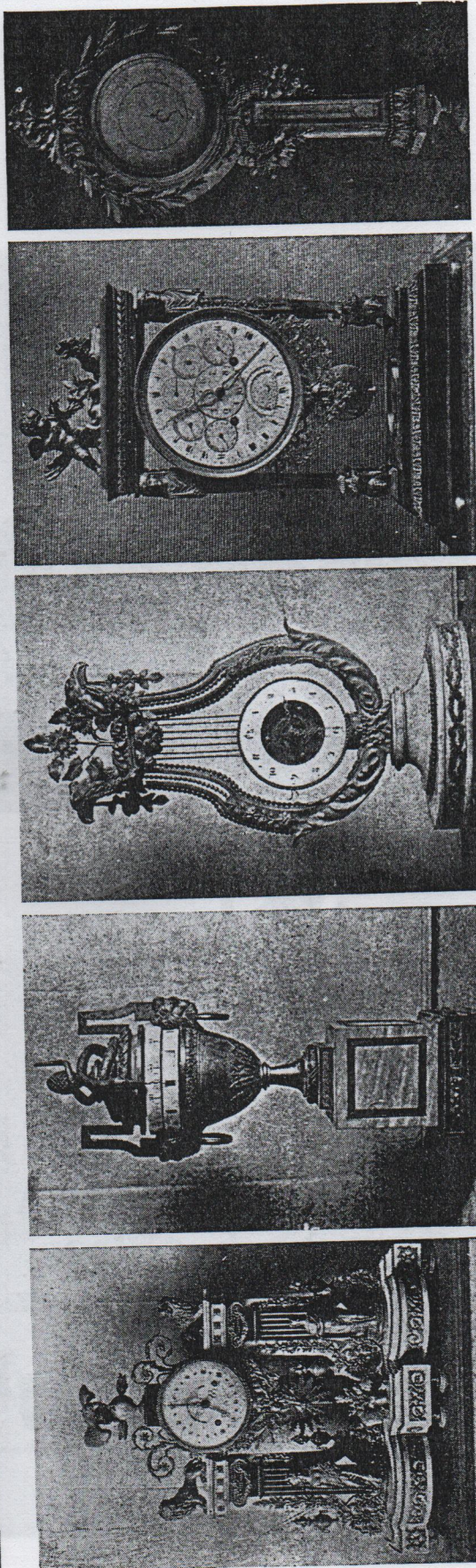
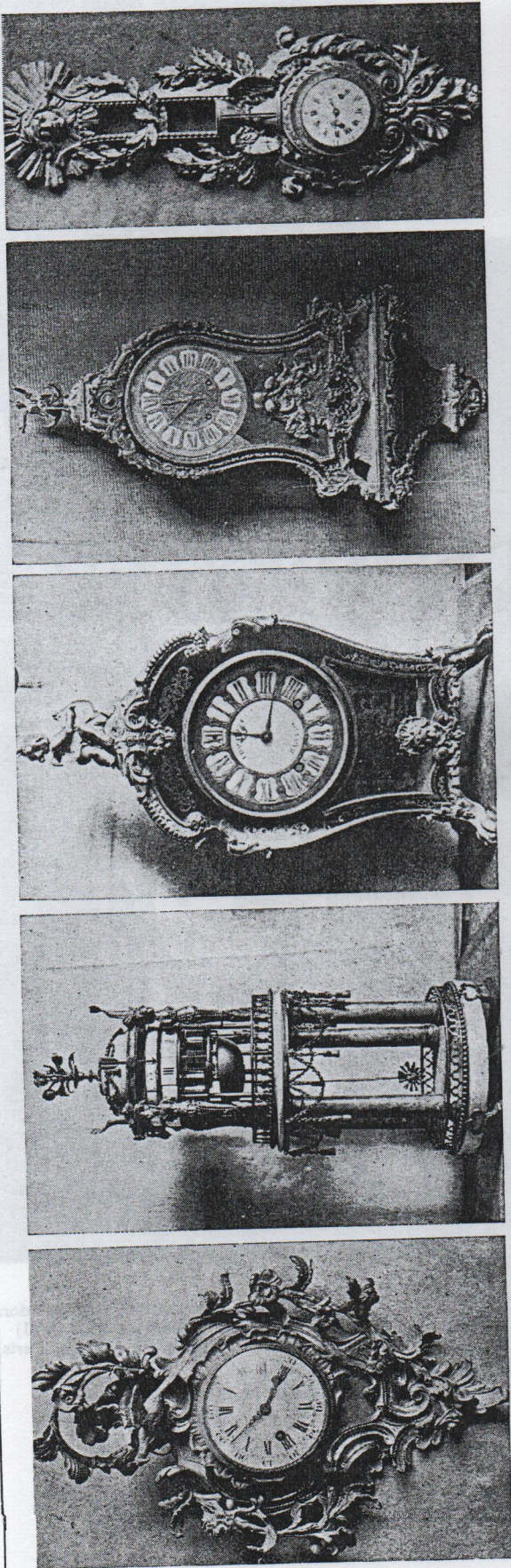
2. De bronce, parcialmente dorado. (Siglo XVIII)  
(Colección Wertheimer)



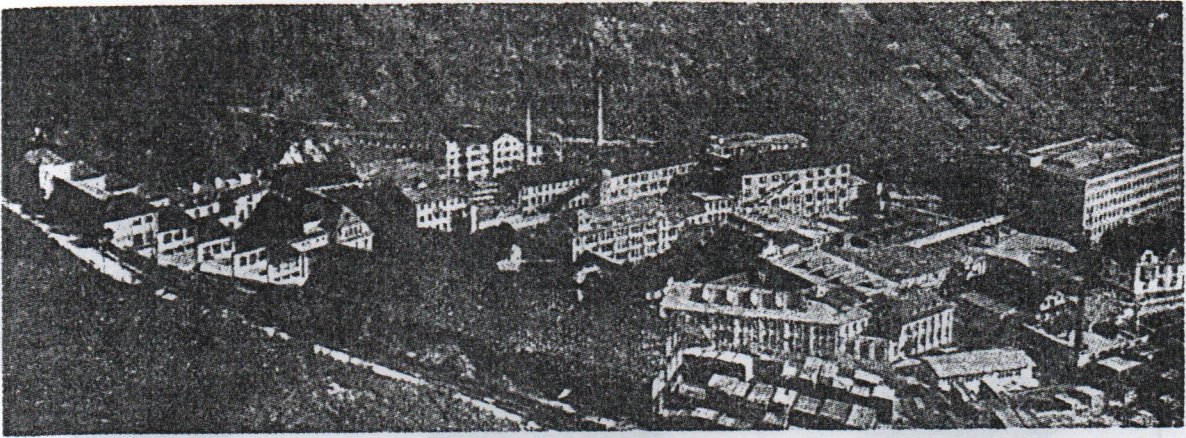
3. De mármol y bronce dorado  
(Época de Luis XVI)  
(Museo del Louvre, París)

4. De bronce dorado, estilo Luis XVI  
(Colección Wallace, Londres)

Reloj, II



1 y 2. Estilo Luis XV — 3 y 4. Estilo Regencia. — 5, 6, 7, 8 y 9. Estilo Luis XVI. — 10. Época de Artes Decorativas, París)



La mayor fábrica de relojes de pared, despertadores, sobremesa y bolsillo, existente en Schramberg (Württemberg, Alemania)

enormes, distribuido en forma de terrazas. La maquinaria hállase instalada en cinco pisos, que forman la fachada del edificio, y las piezas sueltas fabricadas en ellos suben á la sala del control, situada en el último

chase, y una gran piscina alimentada con agua caliente con destino á los obreros; una sala de operaciones con médicos, personal y material sanitario competente, contando para su distracción y solaz con un casino, en donde encuentran comida sana y económica, sala de lectura, billar, etc., habiendo gastado la empresa en 1920, 13.000.000 para construir viviendas para empleados y obreros.



Detalle del edificio destinado exclusivamente á la fabricación de relojes de bolsillo

de los ocho pisos que se levantan detrás. Cada piso tiene su distribución de trabajo y va descendiendo de piso á piso la producción, quedando terminados los relojes al llegar á la parte inferior, en la cual quedan ya en situación de salir al mercado. Entran los obreros en las salas con zapatos especiales de lona para evitar el polvo, renovándose el aire continuamente por medio de un sistema especial de ventilación, que regula al mismo tiempo la temperatura y el grado de humedad, siendo una de las notas más salientes la escrupulosa limpieza que se observa. Obsérvanse los relojes en varias temperaturas, valiéndose para ello de la estufa y cámara frigorífica; elévase la producción diaria, en la casa citada, á varios miles de relojes de bolsillo. Para subvenir á las necesidades mecánicas de una fábrica tan extensa, funciona en la misma un taller mecánico, en el que, hábilmente dirigido por ingenieros y técnicos de toda clase, hallan ocupación 350 obreros, cuya misión es la de construir máquinas exclusivamente dedicadas á la fabricación del reloj.

Para terminar, debe hacerse mención de que en esta empresa no falta un establecimiento de baños y du-

macherbibliothek (Leipzig, 1906); Sievert, *Leitfaden f. Uhrmacherlehrlinge* (Berlín, 1906); Dietzschold, *Die Turmuhren mit Einschluss d. sogenannten Kunstuhren* (Weimar, 1893); Horrmann, *Repassage einer vierstun-*

*Bibliogr.* Schirek, *Die Uhr in Kulturgeschichtlicher u. Kunstgewerblicher Beziehung* (Brunn, 1890); Horstmann, *Taschenuhren früherer Jahrhunderte aus der Sammlung Marfels* (Berlín, 1897); Bassermann-Jordan, *Die Geschichte d. Räderuhr unter besonderer Berücksichtigung d. Uhren des Bageischer Nationalmuseum* (Frankfurt, 1905); Saunier, *Lehrbuch d. Uhrmacherei* (Bautzen, 1904); Ruffer, *Katechismus d. Uhrmacherei* (Leipzig, 1901); Gelcich, *Die Uhrmacherei* (Bautzen, 1904); *Das Regulieren d. Uhren* (Bautzen, 1903); *Der freie Ankerengang f. Uhren* (1893); *Uhr-*



Relojes de bolsillo para caballero

*gen Zylinderuhr* (Halle, 1896); Rambal, *Enseignement théorique de l'horogerie* (Ginebra, 1896); Caspari, *Untersuchungen über Chronometer* (Bautzen, 1893); Gelcich y



1. Caja de oro cincelada (hacia 1750)



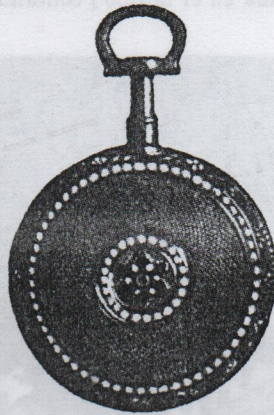
2. Caja de latón, alemana (siglo xvii)



3. Caja de oro, de cuatro colores (París, hacia 1769)



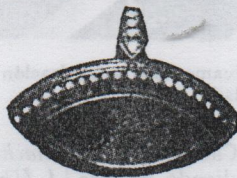
4. Caja de latón, calada, alemana (siglo xvii)



5. Esmalte con fondo labrado á torno (París, hacia 1790)



6. Caja de latón, calada, alemana (siglo xvii)



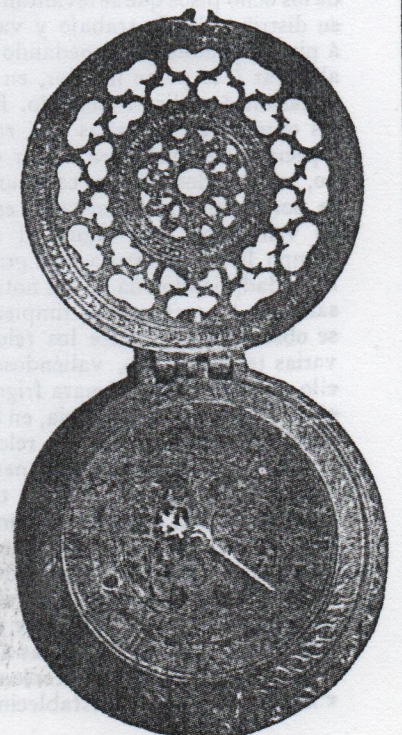
7. Forma de anillo



8. Caja de latón, ovalada, alemana (siglo xvii)

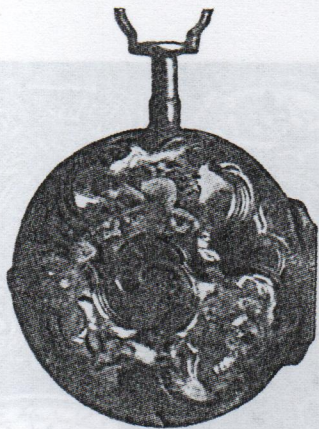


9. Octogonal, con caja de cristal, alemán (siglo xvii)



10. Reloj, con blasón esmaltado (Augsburgo?, 1610)

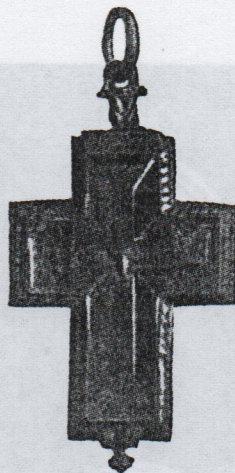
# Reloj, IV



1. Pint. al esmalte (París, hacia 1750)



2. Ovalado, con caja de cristal, alemán (siglo xvii)



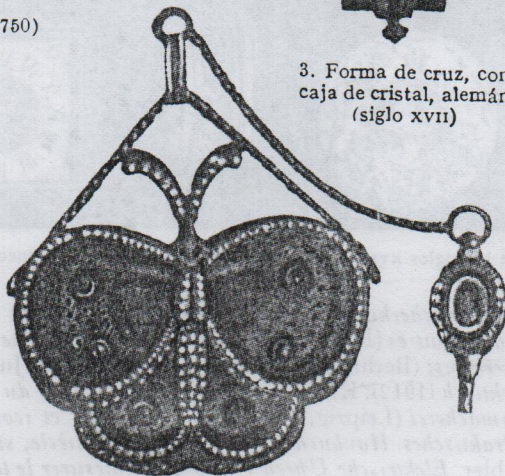
3. Forma de cruz, con caja de cristal, alemán (siglo xvii)



4. Pintado al esmalte (Londres, hacia 1800)



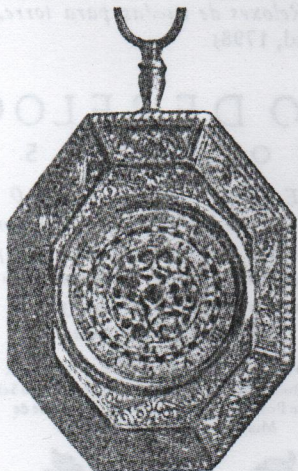
5. Oro policromado, con piedras preciosas (fin del siglo xviii)



6. Forma mariposa, oro y esmalte, con perlas y pedrería (Francia, hacia 1780)



7. Oro policromado (fin del siglo xviii)



8. Octagonal, dorado con esmalte (Augsburgo, hacia 1600)



9. Caja de plata cincelada (perteneciente á la fig. 12)



10. Ovalado, con caja de cristal (Montpellier, principios del s. xvii)



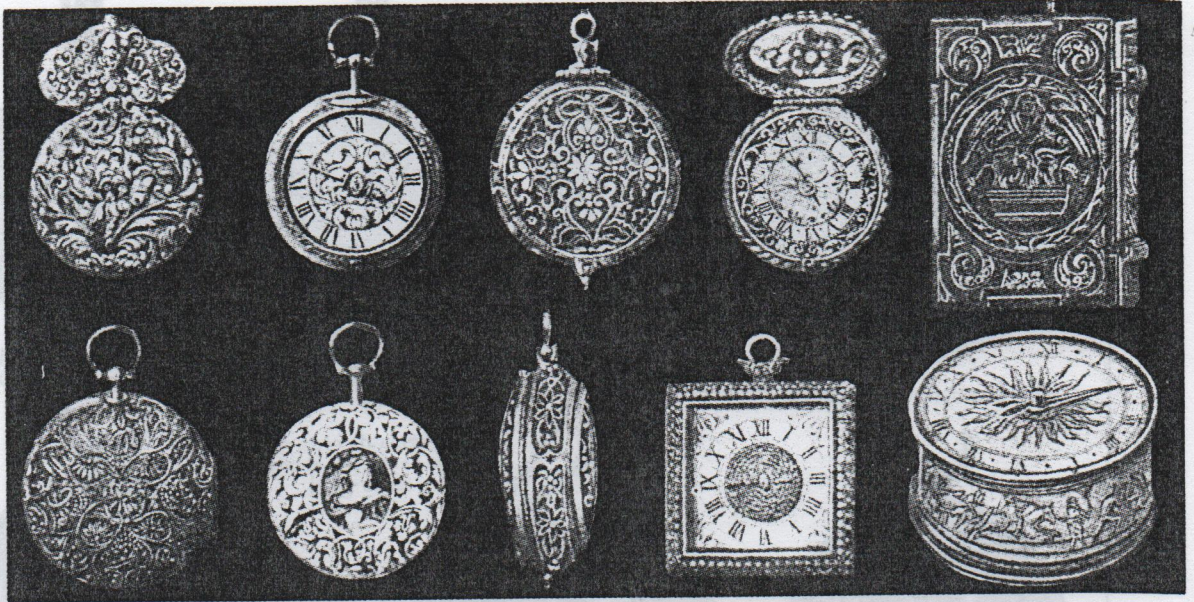
11. Figuras móviles (hacia 1800)



12. Relieve de plata, con figuras (Viena, hacia 1735)

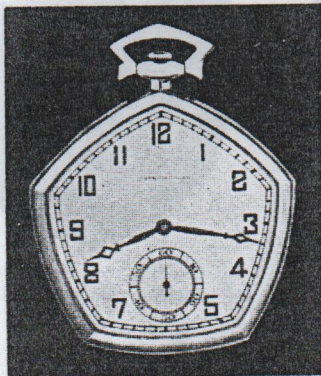


13. Esmalte y pedrería (Inglaterra, principios del siglo xix)



Relojes de los siglos XVI y XVII de la colección Marfels, pertenecientes á M. Pierpont Morgan

Dielschold, *Tabellen d. Uhrmacheerkunst* (Viena, 1902); Laussiek, *La régulation des montres* (Paris, 1905); Schulte, *Lexikon d. Uhrmacheerkunst* (Berlín, 1912); Schultze, *Der Uhrmacher am Werkstisch* (1912); Kittel, *Konstruktions u. Lehrbuch f. Uhrmacherei* (Leipzig, 1914); Gios, Diezschold y Huttig, *Praktisches Handbuch f. Uhrmacher* (Leipzig, 1913); Tobler, *Elektrische Uhren* (Viena, 1913); Merling, *Die elektrische Uhren* (Viena, 1914); Fuvarger, *L'électricité et ses applications à la chronométrie* (Ginebra, 1912); Fiedler, *Die Zeitlegraphen u. die elektrischen Uhren* (Viena, 1910); Böhmeyer, *Anleitung z. Ausstellung u. Behandlung elektrischer Uhren* (Berlín, 1912); Gelcich Barfuss, *Geschichte d. Uhrmachereikunst* (Weimar, 1912); Horstmann, *Taschenuhren früheres*



Reloj norteamericano de forma pentagonal para su mayor estabilidad en el bolsillo

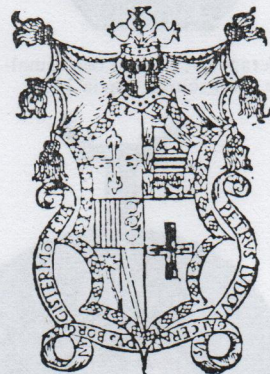
Jahrhunderts aus d. Sammlung Marfels (Berlín, 1911); Planchon, *L'horloge dans tous les temps* (Paris, 1908); Britten, *Old clocks and watches and their market* (Londres, 1919); Wassermann Jordan, *Die Geschichte d. Räderuhr* (Frankfort, 1905); Saunier, *Histoire de la chronométrie* (Paris, 1914); Toske, *Literatur über Uhrmacherei u. Zeitmesserkunst* (Zittau, 1908); A. Chapuis, *Histoire de la pendulerie neuchâtoise* (Paris, 1923) y *Le montre chinoise* (Paris, 1923); Garuffa, *Orologeria moderna* (Milán, 1920); De Mauri, *L'amatore d'oggetti d'arte e di curiosità* (Milán, 1921); Gecci, *Il raccoglitore di oggetti minuti e curiosi* (Milán, 1922); Grawinkel y Strecker, *Manuale di elettrotecnica* (Milán, 1923); Leta, *La gnomica o l'arte di costruire orologi solari* (Milán, 1923); E. Becket, *Rudimentary treatise on clocks and watches and bells* (Londres, 1893); C. A. Brassler, *The Astronomical clock at Lyons*, en *Scientific American* (17 de Julio de 1909); Río, *Arte de relojes* (Santiago, 1759); Pedro Enguera, *Tratado de Relojes Solares, con la práctica de los Relojes horizontales y verticales, sin declinación y con ella* (Madrid, 1723); *A wonderful model of the Strasburg clock*, en *Scientific*

*American* (22 de Mayo de 1909); E. M. Douglas, *Sundials: How the ase made and used*, en *Scientific American* (13 de Junio de 1908); P. Dubois, *Collection archéologique du prince Pierre Soltykoff; Horlogerie, description et iconographie des instruments horaires du XVI<sup>e</sup> siècle, suivie de la bibliographie complète de l'art de mesurer le temps depuis l'antiquité jusqu'à nos jours* (Paris, 1858); *Relojes de ruedas para torre, sala y fatiguera* (Madrid, 1798)

## LIBRO DE RELOGES SOLARES.

COMPUESTO POR PEDRO ROIZ Clérigo Valenciano, discípulo del Maestro Hieronymo Muñoz; en el qual muestra a hacer relojes, en plano y en paredes a qualquier viento descubiertas, levantadas o plomo, o inclinadas hazia tierra, y otras cosas para esto necessarias.

DIRIGIDO AL MUY ILUSTRE SEÑOR DON Joah de Borja, hijo del Illustísimo y Reuerendísimo Señor Don Pedro Luys Galceran de Borja, Maestro de Montela, y Marques de Nauarret.



CON LICENCIA:

Impreso en Valencia en casa de Pedro de Huete. Año de 1574.

Vendase en casa de Francisco Castillo librero a la Corregeria vieja,

Portada del Libro de relojes solares (Valencia, 1575)

RELOJ. Bot. Reloj de flora. Serie de plantas ordenadas según su fenología diurna. Como el vegetal reacciona más ó menos manifiesta y variamente según las

cantidades de calor, humedad y luz que recibe, así como según la mayor ó menor concentración de los jugos de la tierra y demás circunstancias ecológicas, las manifestaciones fenológicas relacionadas con la hora son muy varias: pero el *reloj de flora* se refiere principalmente á las florales: abrirse ó cerrarse del periantio, cambios de matiz en el mismo, mayor ó menor exhalación de perfume, etc. Muchos de estos fenómenos ó su cambio suele verificarse poco más ó menos á la misma hora para un mismo clima. Linneo fué el primero que construyó un *reloj de flora* fundado en el abrirse ó cerrarse del periantio. Para el clima bajo de España (especialmente del E. y S.) pueden servir de ejemplo los siguientes datos reunidos por el botánico Reyes Prósper y referentes á especies espontáneas y exóticas cultivadas: la corregüela mayor (*Calystegia sepium* R. Br.) abre su flor á las tres de la mañana; la barba cabruna ó salsifí (*Tragopogon pratensis* L.), á las cuatro; á las cinco, la achicoria (*Cichorium Intybus* L.); la compuesta *Hippochaeris maculata* L., de los Pirineos y montañas del centro de la Península, abre, con mucha puntualidad, á las seis; á las siete, la acuática ninfhea blanca ó nenúfar blanco (*Nymphaea alba* L.); á las ocho, el anagálide (*Anagallis arvensis* L.); á las nueve se abren las corolillas del clavel prolífero (*Kohlruschia prolifera* Kunth) y los capítulos de la hierba del podador (*Calendula arvensis* L.); á las diez distiende sus estaminodios petaloideos la hierba de la plata ó escarchada (*Mesembryanthemum crystallinum* L.); á las once abre sus flores la liliácea primaveral leche de gallina (*Ornithogalum umbellatum* L.); al mediodía, el gazul ó algazul (*Mesembryanthemum nodiflorum* L.); á las dos de la tarde, el *Chlorogalum pomeridianum* Kunth, liliácea originaria de California; de cinco á seis de la tarde suelen abrirse los dondiegos (*Mirabilis Jalapa* L.); de seis á siete de la tarde abre sus pétalos la cariofilácea *Silene noctiflora* L., del E. de la Península; de siete á ocho, la cactácea de jardín *Cereus grandiflorus* Haw., originaria de las Indias occidentales, y de diez á once de la noche las campanillas azules y rosadas (*Pharbitis hispida* Choix).

Se conoce vulgarmente con el nombre de *reloj* la geraniácea *Erodium Ciconium* Willd, llamada también *piadera*, *pico de cigüeña* y *peinetas*. Dicho nombre alude al movimiento de torsión que describen los largos picos de sus frutos separándose del eje.

**RELOJ (EL). Juegos.** Es uno de los principales castigos que pueden imponerse en los juegos de prendas. El que ejecuta esta penitencia se coloca de pie delante de la chimenea y llama á una persona de diferente sexo que el suyo. Esta se aproxima y le pregunta: «¿Qué hora es?» Si el reloj contesta que son las doce, la persona que ha ido á ver qué hora era tiene que darle doce besos.

**RELOJ. Mar. Reloj de alcances y demoras (Range-clock).** Es un aparato que forma parte de la *red de tiro* ó *sistema de dirección del tiro (five control system)*, que poseen los modernos acorazados. La finalidad de estos relojes consiste en facilitar la operación de man-

tener las aizas constantemente ajustadas, aunque la distancia varíe con rapidez. El ideal sería encontrar un reloj cuyo mecanismo permitiera resolver en todo instante las ecuaciones en que entran alcances, demoras, rumbos y velocidades del barco y del blanco. Ade-

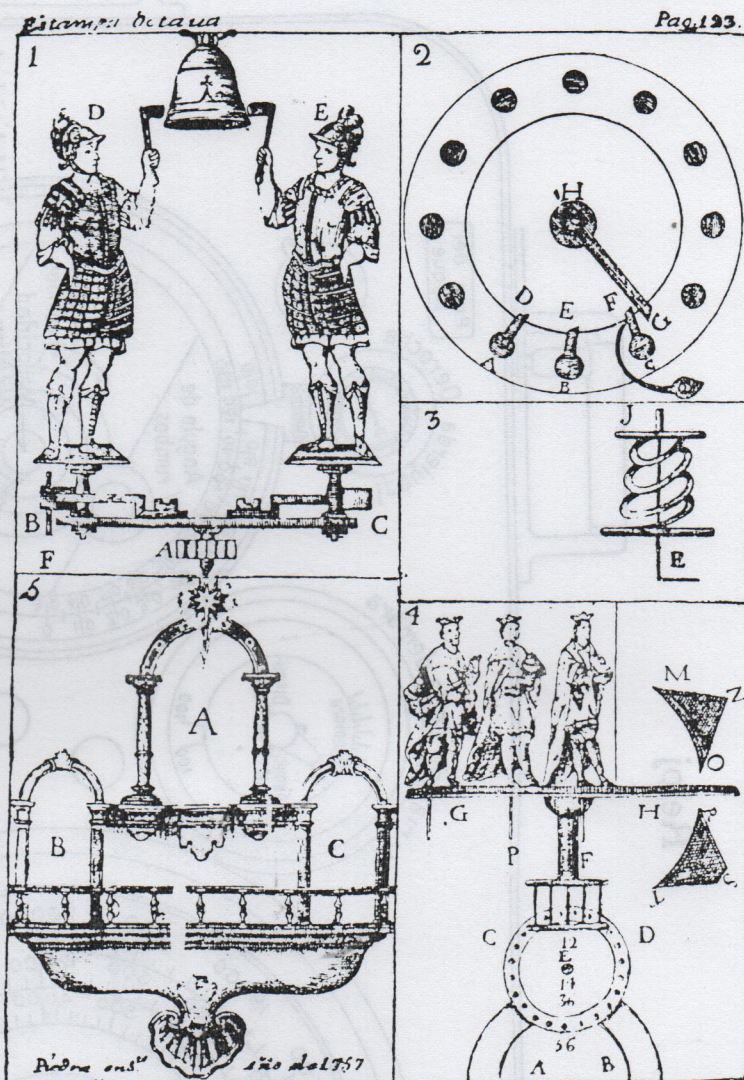


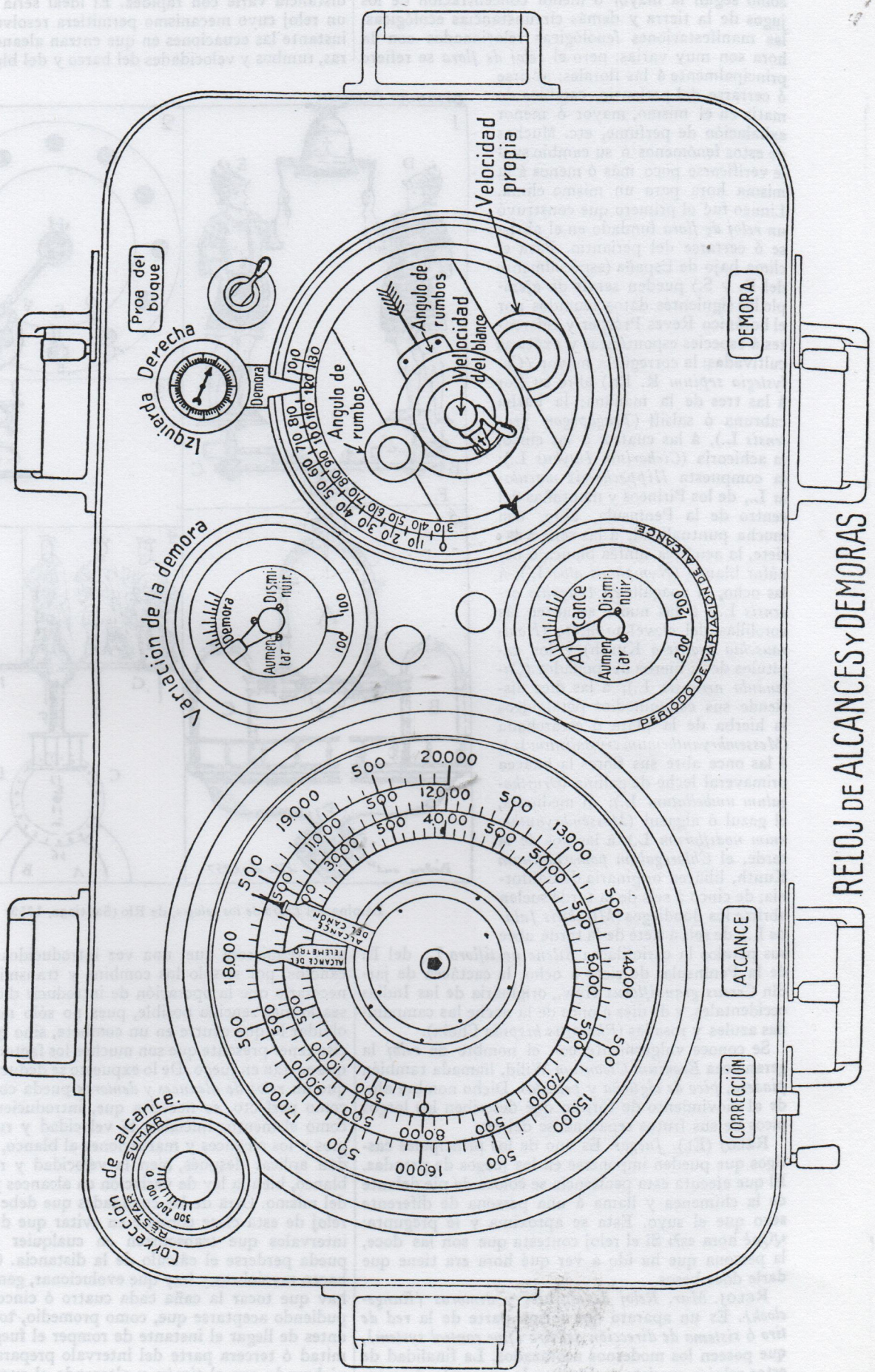
Lámina del Libro de los relojes, de Río (Santiago, 1759)

más, requiérese que, una vez introducidos los datos exactos, por sí solo los combine y transmita, siendo necesario que la operación de introducir dichos datos sea lo más sencilla posible, pues no sólo no hay que olvidar lo que ocurre en un combate, sino que es preciso tener presente que son muchos los factores y datos que entran en juego. De lo expuesto se deduce que para que un *reloj de alcances y demoras* pueda considerarse como perfecto, se necesita que, introduciendo en él, como elementos iniciales, la velocidad y rumbo propios y los alcances y marcaciones al blanco, se le puedan aplicar después, bien la velocidad y rumbo del blanco, bien la ley de variación en alcances y demoras del mismo. Otra de las cualidades que debe reunir un reloj de esta clase consiste en evitar que durante los intervalos que transcurren en cualquier evolución, pueda perderse el cálculo de la distancia. Cuando se hacen maniobras y hay que evolucionar, generalmente hay que tocar la caña cada cuatro ó cinco minutos, pudiendo aceptarse que, como promedio, todo buque, antes de llegar al instante de romper el fuego, está la mitad ó tercera parte del intervalo preparatorio maniobrando con el timón y alterando el rumbo. Como

Las manecillas y velocidades del blanco y del blanco. Ad-  
 juste las manecillas permitiendo recibir en todo  
 un reloj cuyo mecanismo permitiera recibir en todo  
 una escala la manecilla y la velocidad del blanco. El ideal sería encontrar  
 un reloj que permitiera ajustar, aunque la  
 cantidad de calor, humedad y las que recibe, así

# Reloj

# RELOJ DE ALCANCES Y DEMORAS





el abandonar un rumbo fijo significaría inutilizar los datos que se emplean en un reloj de distancias, es fácil darse cuenta del porqué la inmensa mayoría de los movimientos tácticos de una escuadra, tienen que subordinarse á las conveniencias de la artillería, que pide rumbos y velocidades prácticamente constantes; y si fuera posible conseguir que las evoluciones del buque no tuvieran influencia sobre los cálculos del reloj, llegaríamos á tener escuadras cuya eficiencia artillera duplicase la conseguida con los actuales aparatos de *dirección del tiro*.

Podemos, por tanto, resumir las características de un buen reloj de alcances en las siguientes: 1.ª poder introducir todos los datos que intervienen en el cálculo de la ley de variación en alcance; 2.ª aplicar con rapidez y facilidad cualquier corrección; 3.ª sea cual sea la ley de variación (rápida ó lenta), el reloj debe servir para mantener las alzas perfectamente ajustadas mientras el barco se mantenga á rumbo fijo; 4.ª que aun en el supuesto de que á intervalos se vea con dificultad el blanco, las alzas puedan mantenerse ajustadas exactamente, si esto último no altera su rumbo y velocidad, y 5.ª poder tirar mientras el buque evoluciona, bien sea para variar una formación táctica, bien para conservarse en su puesto de escuadra.

Nos limitaremos á dar una idea del reloj que forma parte integrante de la modernísima red de tiro que lleva el nombre de su inventor, Pollen, por considerarse constituye una novedad y un positivo adelanto sobre todos sus similares. Los relojes Pollen están contruados admitiendo como base de su funcionamiento el principio general de que la ley de variación en alcance se deduce de las velocidades relativas y ángulos de rumbo de los dos móviles que hay que considerar, y que las variaciones de dicha ley están supeditadas á las marcaciones respectivas. Así, pues, en su funcionamiento se admite el considerar como condición esencial para obtener constantemente la ley exacta de variación en distancia, la obtención de otra ley (exacta también) de ángulo de marcación. Por tanto, el mecanismo del reloj considerado está dispuesto de modo que cualquier cambio de marcación del blanco afecte en la debida proporción á la ley de variación en alcance, obteniendo un nuevo alcance que, combinándose á su vez con la nueva ley de variación de marcación, origine la próxima marcación en que debe estar el blanco. El manejo del reloj varía según la clase y exactitud de los datos disponibles, aunque se pueden considerar los tres casos siguientes: 1.º que se conozca la velocidad propia, distancia y marcación al blanco, así como su velocidad y rumbo, deducidos del plano de tiro (*Plotting-board*). En este caso, aplicando dichos datos al reloj y poniéndolo en marcha, los platillos del mismo nos indicarán en todo momento las leyes de variación en alcance y marcación, además de dar las distancias sucesivas corregidas según dichas leyes; 2.º que se conozca la velocidad propia, alcance y demora del blanco, y que se hayan deducido de un plano de tiro que registre diagramas de *tiempos y alcances*, y *tiempos y demoras*, las leyes respectivas de variaciones en alcance y demora. En este caso, la introducción de todos estos datos en el reloj originaría automáticamente las correcciones de alcances y la determinación del rumbo y velocidad del blanco, y 3.º que se conozca la velocidad propia, alcances y demoras de blanco, y un valor aproximado de su rumbo y velocidad. Aplicando estos datos al reloj y poniéndolo en marcha se obtendrán sucesivamente nuevos valores de alcances y demoras al blanco que se compararán con los que siguen enviando del telémetro para deducir si la ley de variación ó el rumbo y velocidad del blanco utilizados eran ó no exactos. Caso de que resulten muy rápidos ó lentos los valores empleados, habrá que introducir nuevas correcciones en el

reloj, cuyo efecto se traducirá en distintas alteraciones en los alcances y demoras hasta llegar á una ley más exacta. Claro está que si del telémetro mandan alcances y demoras exactas, es más fácil corregir rápidamente el reloj.

Si los alcances son muy erróneos ó no pueden medirse, habrá que limitarse á emplear como comprobación del reloj los datos que manden de las estaciones de observación.

El reloj se liga á los platillos de distancias colocados en las piezas. La conexión entre los transmisores y el aparato de relojería se obtiene mediante discos de fricción, á fin de poder introducir en el reloj cualquier corrección derivada de la observación del tiro. Estas correcciones se marcan en el platillo destinado al efecto. En el platillo principal de alcances hay dos agujas que llevan las inscripciones *alcance-telémetro* y *alcance-cañón*, y que, como su nombre indica, señalan, respectivamente las lecturas telemétricas y los alcances reales de la pieza sobre el blanco. Al accionar el volante para señalar en el platillo citado anteriormente la corrección correspondiente, dicho movimiento se transmite por medio de un engranaje á la aguja *alcance-cañón*, que recorre una distancia igual á la corrección que se aplica. Ambas agujas siguen luego su movimiento, indicando una de ellas las distancias telemétricas y la otra el alcance real de la pieza con respecto al blanco (alcance igual á la lectura telemétrica  $\pm$  la corrección aplicada). Se trata, en fin, de un aparato de relojería bastante complicado, como puede verse en el esquema que del mismo publicamos.

RELOJ (EL). *Geog.* Barrio de Cuba, en la prov. de la Habana, partido de Jaruco, mun. de Aguacate, de cuya cabecera dista 3 kms. Alcaldía de barrio, escuela.

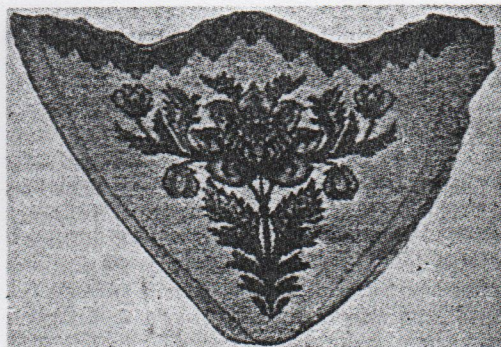
RELOJ (EL). *Geog.* Lag. de Cuba, en la prov. de la Habana, sit. á 3 kms. de Jaruco. Se llama también Guayabo.

**RELOJEAR.** (Etim. — De *reloj*.) v. a. En algunas partes, escudriñar, enterarse de todo minuciosamente.

*Deriv.* **Relojeador, ra.**

**RELOJERA.** f. Mueblecillo ó bolsa para poner ó guardar el reloj de bolsillo. || La mujer del relojero.

**RELOJERA.** *Art. y Of.* La condición principal que deben reunir las relojas es que la parte que debe estar en contacto inmediato con el reloj debe ser de una materia buena conductora del calor, pues en caso contrario podrían helarse fácilmente en invierno las grasas que tiene la máquina para suavizar sus movimientos y facilitar su conservación, y también porque estando destinadas á guardar relojes pequeños, éstos



Relojera bordada sobre cañamazo  
Trabajo inglés del siglo XVIII

se resentirían del cambio brusco de temperatura por el contacto de las cajas de reloj, generalmente de metal, al igual que su maquinaria, y, por tanto, buenos conductores del calor. Al pasar rápidamente del bol-