CALENDARIOS MECANICOS PRECURSORES DEL RELOJ

Eduard Farré Olivé

nuestros antepasados

El reloj mecánico, como otros muchos utensilios complejos, es el resultado de varias cadenas o procesos evolutivos de distinto origen. Por lo que respecta a su función de medir el tiempo, se le suele considerar sucesor de los relojes de sol y de las clepsidras, aunque desde el punto de vista tecnológico no tenga mucho que ver con dichos precursores.

Desde que tenemos constancia de la existencia de relojes mecánicos (c. 1300) y hasta los relojes electrónicos de la actualidad, se han venido utilizando los engranajes para transmitir y desmultiplicar el movimiento de sus distintos componentes en una relación matemáticamente exacta.

También las máquinas de calcular funcionaban con engranajes matemáticos desde tiempos de Pascal (1642) pero éstas han sido totalmente desplazadas por las calculadoras electrónicas digitales. No ha sido así en el reloj que, al ser reclamada socialmente la presencia de las agujas, ha tenido que conservar en su interior los engranajes; éstos son imprescindibles para convertir las rápidas revoluciones de su pequeño motor en el riguroso movimiento de sus agujas de segundos, minutos, horas y otros indicadores más lentos como calendarios semanales, mensuales o lunares, para mencionar solamente las funciones de los relojes más corrientes.

Pero, ¿de dónde recibió el reloj la herencia de los engranajes?. No fue, evidentemente, de los relojes de sol, estáticos elementos cuyo único movimiento es el de su soporte terrestre en el que están firmemente anclados. Tampoco fue de las clepsidras a las que, por cierto, el reloj mecánico cortó toda posibilidad de seguir evolucionando. Aunque llegaron a existir clepsidras muy complejas, sus componentes mecánicos raramente incluyeron los engranajes; en ellas se utilizaron básicamente las balanzas, los contrapesos, los tornos y las poleas.

Solo recientemente se ha podido vislumbrar la línea evolutiva que pudo suministrar a los primeros relojeros la idea de utilizar los engranajes matemáticos.

Hago un inciso para aclarar que se debe distinguir entre el engranaje transmisor de grandes fuerzas como el utilizado en norias y molinos desde tiempos ancestrales, del engranaje matemático en el cual lo importante no es tanto la fuerza que transmite como la relación concreta de vueltas entre una rueda y la siguiente. Para poner un ejemplo, la caja de cambios de un automóvil, en la que lo fundamental es la gama de fuerzas que proporciona a cada velocidad, derivaría de los primeros, mientras que el reloj, en el que una única velocidad de su motor se convierte en las variadas y exactas velocidades de sus agujas, lo sería de los segundos.

LA MAQUINA DE ANTIKÍTERA

A principios del siglo XX se descubrió un testimonio que resultó ser, usando las palabras de su historiador, no solo la reliquia más admirable del dominio de la relojería sino una de las más sensacionales de toda la historia de la ciencia y de la técnica.

En 1901 fué localizado cerca de la isla de Antikítera, entre el Peloponeso y Creta, un barco naufragado del que se pudieron extraer importantes estatuas clásicas que figuran actualmente entre las más célebres del Museo Nacional de Atenas. Además se encontró un pequeño objeto de metal que 2000 años bajo el agua habían reducido a un conjunto de tres bloques de óxido con trazas de haber estado contenidos dentro de una caja de madera.

Los tres fragmentos oxidados contienen restos de inscripciones en griego antiguo que los expertos han datado de entre el siglo I a. n. e. y el siglo I; además, en los fragmentos se pueden identificar, con la ayuda de radiografías, restos de un sistema muy complejo compuesto por engranajes con ruedas dentadas interior y exteriormente, piñones, excéntricas, tornillos sinfín y círculos graduados. Los expertos pudieron concluir que se trataba de una máquina relacionada con el movimiento de los planetas, del sol y de la luna. Los círculos graduados concéntricos están divididos en grados y en sectores con los signos del zodíaco y los engranajes triangulares están tallados con tal precisión que se lo ha comparado a un buen reloj del siglo XVIII, lo cual, con dos milenios de antigüedad, tenía la misma inverosimilitud que tendría el haber encontrado una linterna eléctrica usada por los primeros cristianos en las catacumbas romanas.

Radiografía en la que se puso de manifiesto la complejidad de los mecanismos de la Máquina de Antikítera.

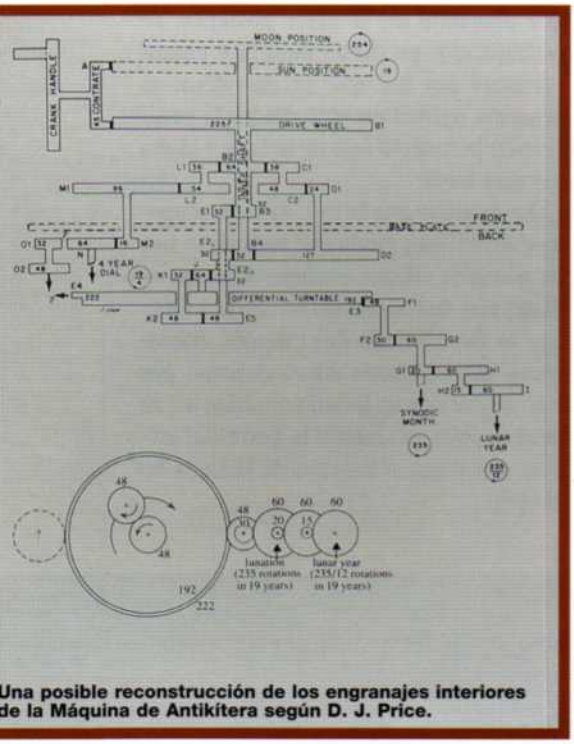
Los tres fragmentos supervivientes de la Máquina de Antikítera (s. I).

Con el descubrimiento de la máquina de Antikítera empezó a adquirir sentido la descripción del planetario de Arquímedes (287-212 a. n. e.) que Cicerón dice haber visto funcionar y que se había tomado hasta ahora como una fábula; también se tuvo que revisar el concepto que se tenía de la capacidad técnica y mecánica de los antiguos griegos.

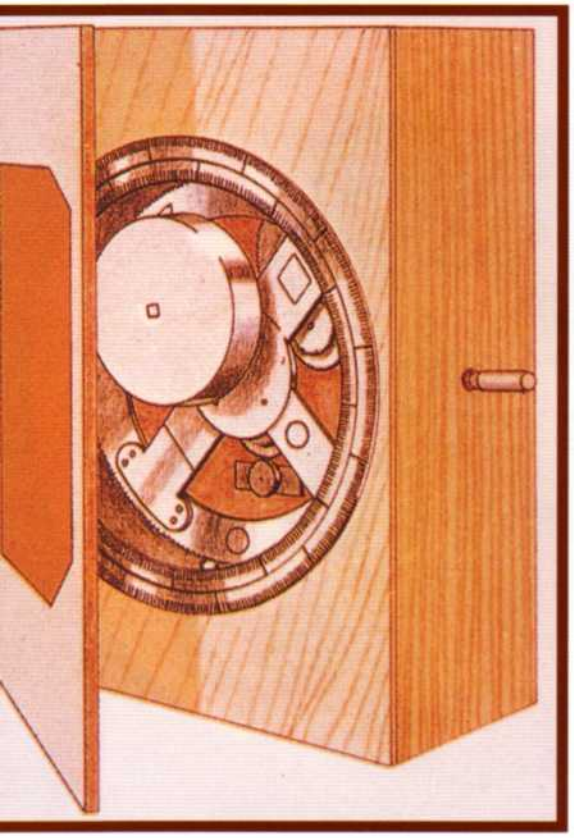
EL CALENDARIO BIZANTINO

Hasta 1983 no emergió el segundo eslabón de la cadena. Alguien ofreció al Science Museum de Londres cuatro fragmentos de un calendario mecánico con reloj de sol de origen bizantino, lo cual se pudo determinar inmediatamente por aparecer grabados los nombres de distintas ciudades contemporáneas con sus respectivas latitudes geográficas. Con más precisión se acabó de datar entre el año 480 y el 560.

La reconstrucción de la máquina muestra una especie de reloj de bolsillo de unos 13,5 cm de diámetro con ocho ruedas dentadas en su interior; en una de sus caras contiene un reloj de sol portátil y universal, es decir, utilizable en



Una posible reconstrucción de los engranajes interiores de la Máquina de Antikítera según D. J. Price.



Hipotético aspecto exterior de la Máquina de Antikítera.

Fragmentos supervivientes del Calendario Bizantino (s. VI).

Reconstrucción del Calendario Bizantino visto por la cara del reloj de sol.

cualquier latitud; para ello hay grabada una tabla en caracteres griegos con las latitudes de 16 de las principales ciudades de la órbita griega contemporánea: desde Constantinopla hasta Siena (Egipto) y desde Cesarea hasta Túnez.

En la misma faz hay un círculo con los días de la semana cuyo accionamiento manual pone en marcha los engranajes interiores que accionan las indicaciones que aparecen en la parte posterior de instrumento; en dicho lado hay cuatro ventanas por las que se muestran: la posición del sol en el zodíaco, la posición de la luna, la fase de la luna y el día del mes lunar.

Cabe destacar que la fase de la luna aparece del mismo modo que todavía se usa en nuestros relojes contemporáneos; es decir, con una rueda de 59 dientes en la que se ha dibujado dos círculos excéntricos que aparecen sucesivamente por una ventana de su mismo tamaño; así se hace visible solamente la parte del círculo que imita el aspecto de la Luna en el cielo.

La misma reconstrucción abierta y vista por el lado de las indicaciones solares y lunares.

EL MANUSCRITO DE AL-BIRUNI

El calendario bizantino pudo ser reconstruido pese a la falta de muchas de sus piezas, gracias al conocimiento que se tenía de un manuscrito árabe del año 1000, aproximadamente, en el que ya se describía un instrumento de similares características; o sea, que la existencia del calendario bizantino nos había llegado antes por una descripción árabe que por un objeto arqueológico.

El matemático persa Al-Biruni (973-1048) describe lo que él llama la "Caja de la Luna", un instrumento con engranajes que muestra el creciente y menguante de la luna, el día del mes y las posiciones relativas de la luna y del sol en el zodíaco. El funcionamiento es prácticamente idéntico al descrito para el calendario bizantino, con la salvedad que Al-Biruni no incluye el reloj de sol, que por otra parte no hace más que añadir la hora actual a las indicaciones del calendario.

Manuscrito de al-Biruni (s. X).

EL ASTROLABIO DE ABU-BAKR

Abu-Bakr de Isfahan construyó en el año 1221 un calendario me-cánico muy similar al descrito por al-Biruni que completó con un astrolabio por una de sus caras.

La distribución de las ruedas dentadas y los números de los dientes son ligeramente diferentes al los del manuscrito y a los del instrumento bizantino aunque, en esencia, su función sea la misma; la mayor diferencia estriba en que, si bien en los otros calendarios las ruedas de la luna y del sol están separadas en círculos zodiacales diferentes, en el astrolabio de Abu-Bakr son dos móviles concéntricos que se mueven en un único círculo zodiacal; también incluye la ventana con el día del mes y la de las fases de la luna.

Con el astrolabio de Abu-Bakr se completa una cadena formada, de momento, por solamente cuatro eslabones que nos conducen des-de el hipotético planetario de Arquímedes hasta la enorme proliferación del uso de en-granajes en la relojería a partir del siglo XIV.

Ninguno de los planetarios, calendarios y astrolabios mencionados hasta aquí disponían de movimiento propio, sino que su posición debía

Vista frontal del astrolabio de Abu-Bakr (reconstrucción)

Vista posterior del astrolabio de Abu-Bakr (reconstrucción)

ser actualizada a mano. Por cierto, no se puede olvidar que dos de los más antiguos relojes mecánicos de los que se tiene noticia, el reloj astronómico de Richard de Wallingford (1336) y el planetario de Giovanni de Dondi (1364) contaban con un enorme número de complicados engranajes, lo cual no deja de ser incomprensible al tratarse de los primeros especímenes de un objeto que llegó más tarde a simplificarse tanto.

En cierta lógica, los relojes mecánicos aparecidos en el siglo XIV deberían haber sido muy simples y haber evolucionado en unos siglos hasta producir los complicados relojes de Wallingford y de Dondi, a no ser, como así suponemos que sucedió, que los primeros relojes mecànicos fueran inventados para dotar de movimiento automático a aquellos calendarios astrolabios y planetarios usados ya desde tiempos de Arquímedes.

Mecanismo del astrolabio de Abu-Bakr (reconstrucción)

BIBLIOGRAFIA

Sobre la máquina de Antikítera:

PRICE, DEREK J.: *Gears from the Greeks; "Transactions of the American Philosophical Society" New Series vol 64 (1974) part 7*

DEROSKI-PRICE: *The Antikythera mechanism c. 80 B.C.; "Antiquarian Horology", winter 1979, p. 625-628*

KRAMER, BROOMLEY & WRIGHT: *Antikythera mechanism. "Antiquarian Horology", n. 1, vol. 19, Autumn 1990 p. 95-97*

Despiece del astrolabio de Abu-Bakr (reconstrucción)

Sobre el calendario bizantino:

WIEDEMANN, EILHARD: *Ein Instrument, das die Bewegung von Sonne und Mond darstellt, nach al-Bîrûnî; "Der Islam", 4, 1913, pags 5-13*

FIELD, J.V.-WRIGHT, M.T.: *Gears from the byzantines: a portable sundial with calendrical gearing; "Annals of Science" vol 42 (1985) p 87-138. Reprinted in: FIELD,J.V.-HILL,D.R.-WRIGHT,M.T.: Bizantine and arabic mathematical gearing; London: The Science Museum 1985*

FIELD, J.V.-HILL, D.R.-WRIGHT, M.T.: *Bizantine and arabic mathematical gearing; London: The Science Museum 1985*