

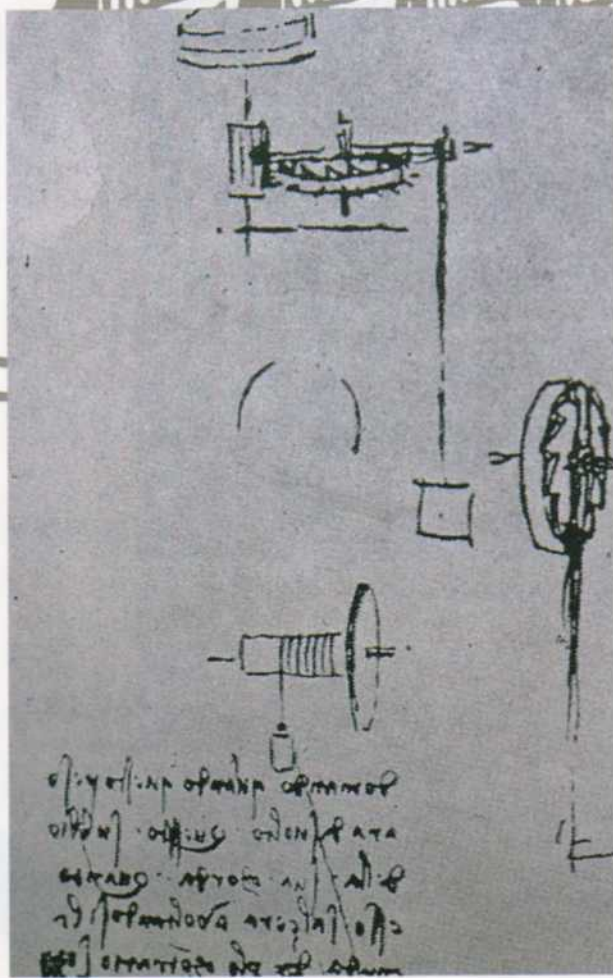
Nuestros antepasados



El reloj mecánico



Eduard Farré i Olivé



La aplicación, en un reloj de péndulo, de las teorías científicas que predecían las cualidades de tal oscilador como un estable y preciso medidor del tiempo, constituye uno de los primeros saltos espectaculares de la teoría a la práctica o de la ciencia a la tecnología, y en este sentido, el reloj de péndulo es la primera máquina moderna desarrollada con el fin de servir una necesidad creada.

El reloj mecánico permaneció durante los tres primeros siglos de existencia, desde el s. XIV hasta el XVII, con el imperfecto oscilador de foliot cuya poca precisión no le permitía señalar unidades menores de la hora. Llegados a las puertas del siglo de las luces, sin embargo, la necesidad de poseer y utilizar relojes mucho más precisos se acrecentó hasta el punto que, desde las más altas esferas científicas, se inició la investigación encaminada a la construcción de un reloj de alta precisión cuya existencia se encontraba a faltar en muchos campos.

EN BUSCA DE LA PRECISION

René Descartes (1596-1650), por ejemplo, intentando medir la velocidad de la luz con la tecnología horaria que tenía a su alcance, tuvo que concluir con la afirmación errónea que ésta era infinita y, por tanto, su desplazamiento instantáneo.

Por la misma época, más o menos, encontramos a Galileo Galilei (1564-1642), quien experimentaba con la velocidad de caída de los cuerpos sirviéndose de los latidos de su propio pulso y, para medidas que requerían mayor precisión, tenía que pesar el agua transvasada de un recipiente a otro durante un corto espacio de tiempo.

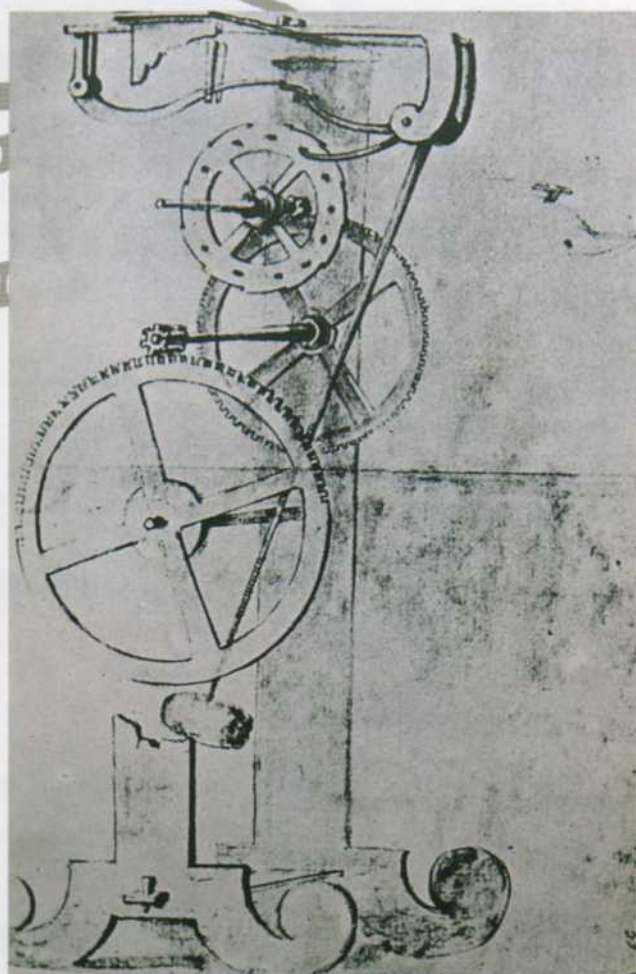
Otro de los más grandes científicos de su tiempo, Christiaan Huygens (1629-1695), definió el segundo como unidad de tiempo y seguidamente tuvo que desarrollar un reloj que fuera capaz de medirlo.

Leonardo da Vinci (1452-1519) dibujó un escape de reloj con lo que parece un péndulo acoplado; sin embargo, para entonces, el reloj de péndulo todavía tardaría más de un siglo en aparecer.

o desde 1650



Galileo Galilei



Dibujo del reloj de péndulo que concibió Galileo.

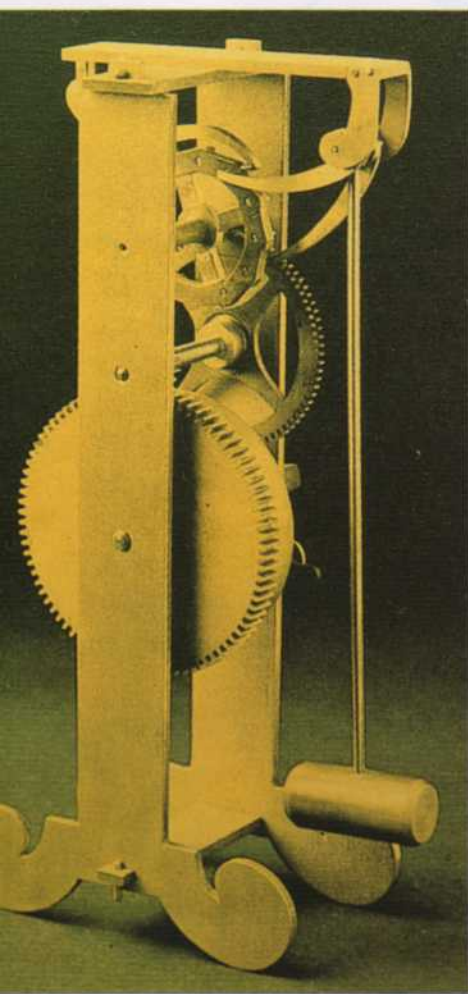
LAS LEYES DEL PENDULO

Contrariamente al confuso nacimiento que tuvo el reloj de foliot o al desconocimiento que tenemos de ello, el reloj de péndulo sí tiene inventor conocido, y no solamente uno sino que la polémica surgió pronto entre los defensores de Galileo y los de Huygens como inventores del preciso utensilio.

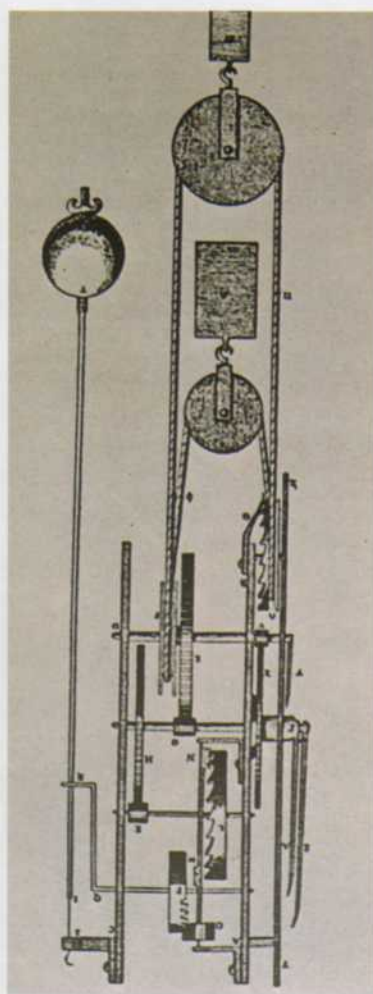
Las relaciones entre el gran científico italiano y el péndulo nacen seguramente de la

leyenda que asegura que, viendo oscilar una lámpara suspendida de la bóveda de la catedral de Pisa, midió con su pulso el período de tal péndulo descubriendo una de sus leyes fundamentales: un péndulo tarda el mismo tiempo en recorrer un arco aunque éste no tenga siempre la misma amplitud; es la ley llamada del isocronismo que es cierta siempre que el ángulo de amplitud se mantenga pequeño.

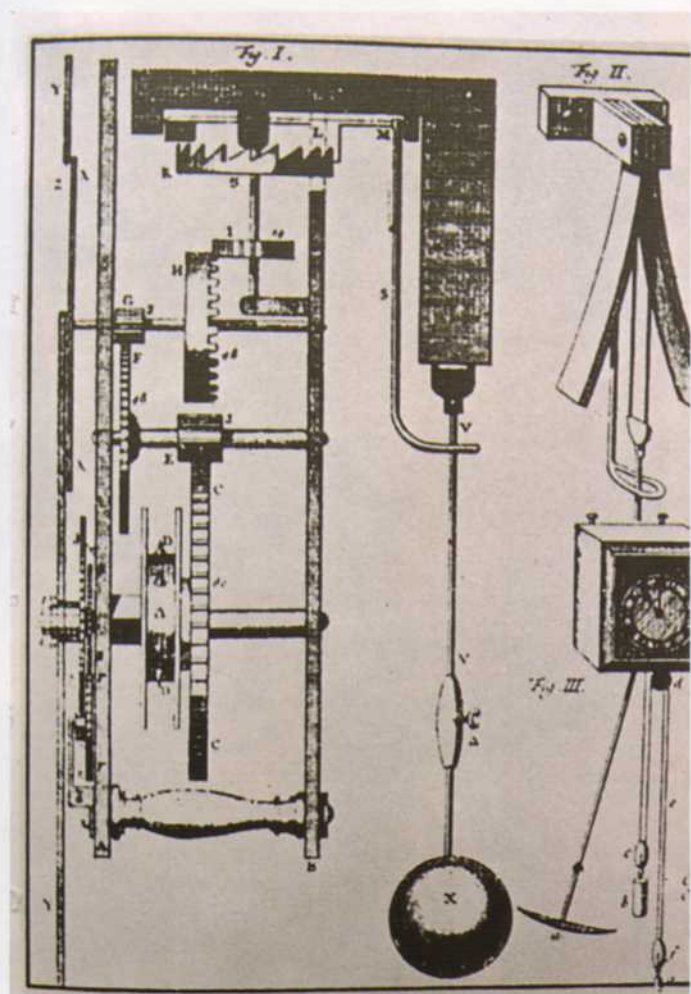
Nuestros antepasados



Modelo del reloj de Galileo realizado por los alumnos de relojería del Instituto de Formación Profesional Mare de Déu de la Mercè de Barcelona.



Reloj de péndulo de Huygens (1657).



Reloj de péndulo de Huygens (1673).

Galileo, en sus experimentos sobre la gravedad, pasó a medir el tiempo de caída de bolas lanzadas por planos inclinados con la ayuda de pequeños péndulos; en este punto, se hizo evidente otra de las leyes que rigen su movimiento: la longitud de un péndulo está en relación directa con su frecuencia, es decir, los péndulos cortos oscilan deprisa y, por tanto, pueden medir intervalos de tiempo cortos; cuanto más largo es un péndulo más tiempo tarda en recorrer su arco de oscilación.

La tercera ley fundamental del movimiento del péndulo: la cantidad de masa oscilante no modifica la frecuencia, desvincula el peso del período, o sea, que solamente la longitud hace que un péndulo se mueva más o menos deprisa, no influyendo su peso en absoluto.

A partir de estas premisas, poco razonamiento más debió necesitar Galileo, para concebir un mecanismo de relojería capaz de mantener en oscilación un péndulo, cosa que hizo hacia el final de su vida; el dibujo de tal máquina es todo lo que nos ha llegado de su reloj de péndulo. Si bien se afirma que nunca llegó a construir dicho mecanismo, e incluso hay quién atribuye el dibujo a su hijo Vincenzo (1641) o a su biógrafo Viviani, nadie pone en duda la paternidad de Galileo en la idea de asociar un péndulo a un instrumento para medir el tiempo.

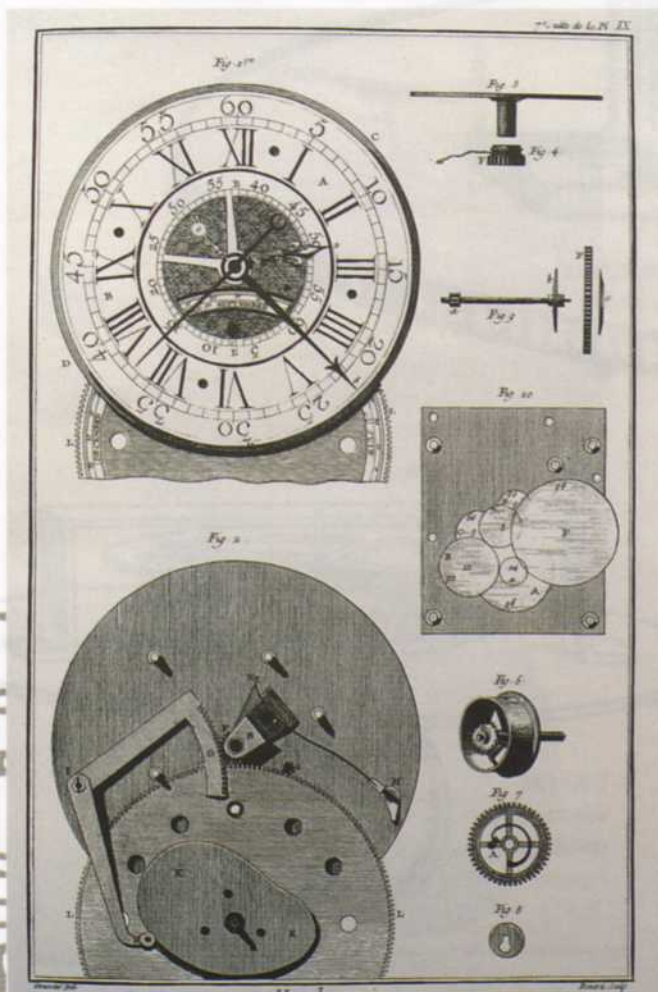
EL PRIMER RELOJ DE PENDULO

Al otro lado del continente europeo, el holandés Christiaan Huygens llegó a las mismas conclusiones unos pocos años más tar-

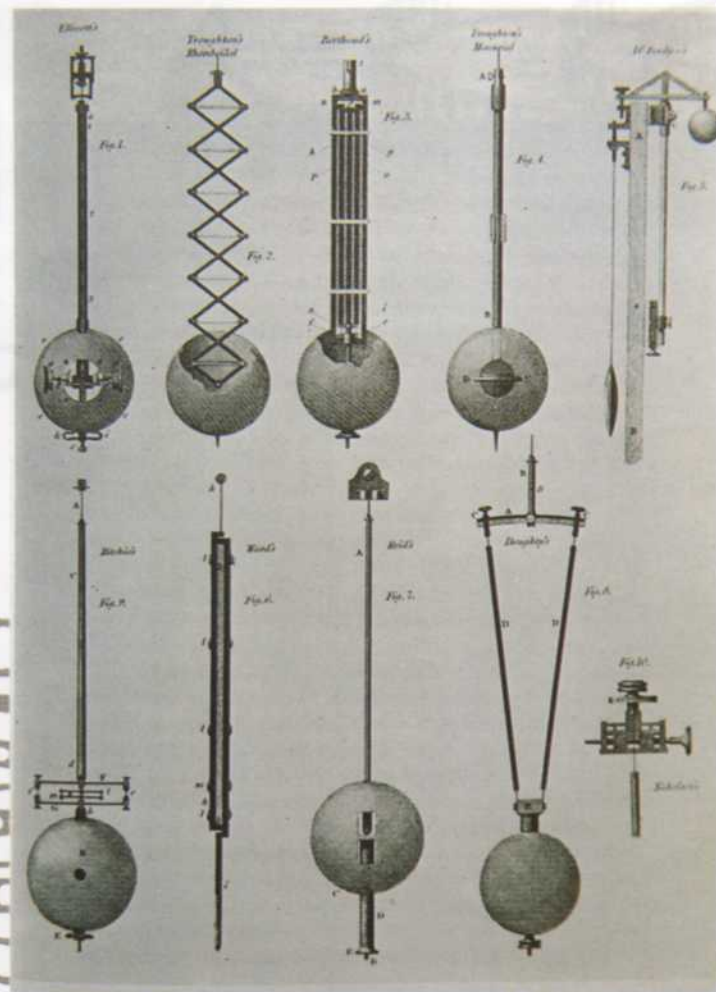
de pero, según él mismo tuvo que asegurar encarecidamente, con total desconocimiento de los trabajos de Galileo.

Huygens aplicó las leyes del péndulo, descubiertas por propia experimentación, al diseño de varios relojes de pared en los que ya incorporó la minutería y el segundero, y que mandó construir a su relojero Salomon Coster (1657); la precisión de tales relojes fue más lejos de lo esperado, ya que, comprobados con precisos relojes de sol, los relojes de péndulo adolecían de variaciones uniformes y regulares que se acumulaban a lo largo de los meses en todos los relojes por igual, de un modo incomprensible.

Huygens descubrió con dichas variaciones algo que la juventud actual calificaría, sin duda, con la pintoresca palabra de alucinante: quien no mantenía una velocidad unifor-



Mecanismo de un reloj de ecuación capaz de señalar simultáneamente el tiempo verdadero y el tiempo medio, aparecido en las páginas de l'Encyclopedie.



Diversos péndulos con mecanismos adaptados para la compensación de los cambios de temperatura.

me a lo largo de los meses era el reloj de sol, que se revelaba así como fiel reflejo de la irregularidad del movimiento de la Tierra en su curso elíptico alrededor del Sol.

A partir de esta constatación, ya predicha pero no demostrada por las leyes de Kepler sobre los movimientos de los cuerpos celestes, la ciencia y la tecnología de la medición del tiempo se encontraron ante la disyuntiva de construir relojes precisos cuya marcha fuera ligeramente irregular adaptándose de este modo al movimiento real de la Tierra, "tiempo verdadero" o, por el contrario, prescindir de los relojes de sol y utilizar solamente el tiempo marcado por relojes absolutamente regulares que marcarían un "tiempo medio".

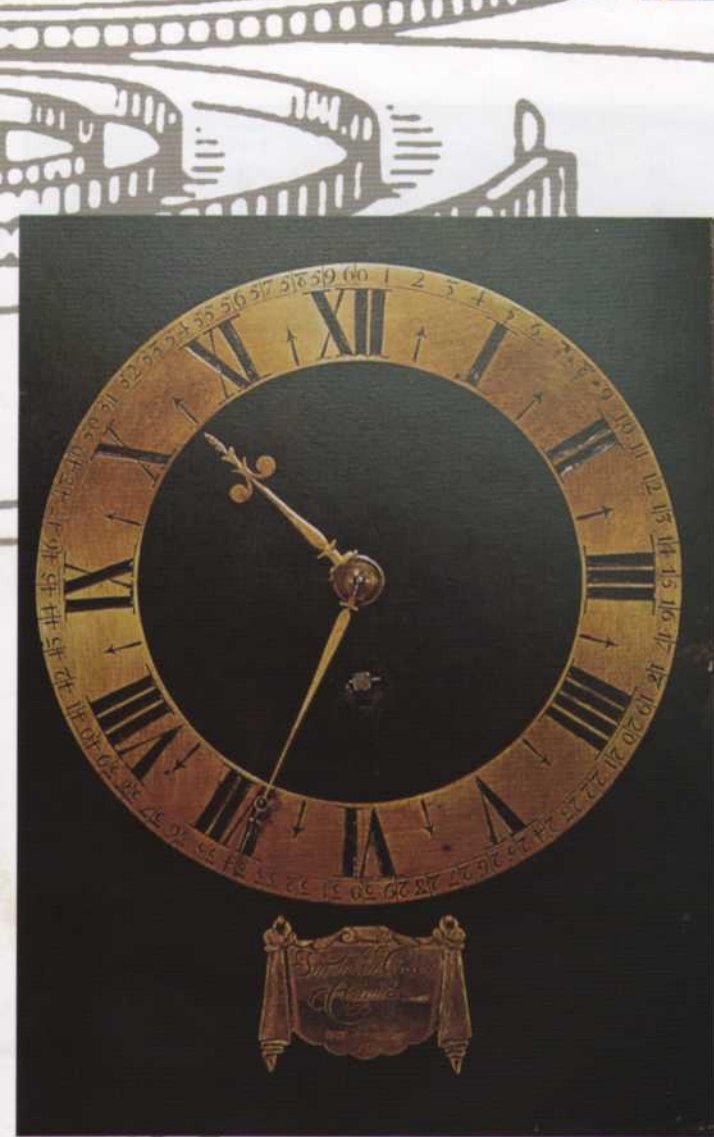
Ya conocen el final de dicha disyuntiva: aunque se construyeron algunos relojes llamados "de ecuación", capaces de marcar simultáneamente el tiempo medio y el verdadero, se abandonaron pronto debido a su costoso y complicado mecanismo, y así, el reloj de sol fue relegado al ámbito de la decoración.

Actualmente incluso se ha olvidado de tal modo la diferencia existente entre el tiempo solar verdadero y el tiempo medio que muchos buscan inútilmente la coincidencia entre su reloj y el de sol y al grito de: ¿no va bien!, muestran su desconocimiento sobre los orígenes de la hora que llevan encima.

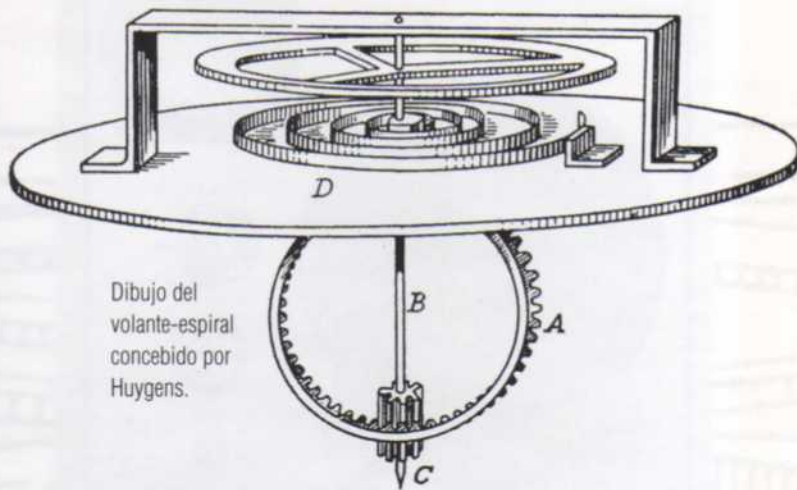
PENDULOS PORTATILES

A pesar del gran avance en cronometría que había supuesto el reloj de péndulo, todavía tenía un gran inconveniente para una de las corporaciones que más necesitadas estaban de un reloj perfecto: los navegantes. El reloj de péndulo no era en absoluto apto para ser emplazado a bordo de una nave.

El sabio holandés que había concebido el reloj de péndulo, no tuvo demasiadas dificultades para transformar dicho oscilador en otro no demasiado diferente conceptualmente pero que tenía la facultad de ser portátil y ofrecer, al mismo tiempo, casi la misma precisión que el péndulo; se trata del volante-espiral (1675) que, al igual que el péndulo, ha sobrevivido en el interior de nuestros



Uno de los primeros relojes de péndulo firmado por Salomon Coster de la Haya



Dibujo del volante-espiral concebido por Huygens.

relojes más comunes durante tres siglos, hasta la aparición del reloj de cuarzo, i aún se resiste a desaparecer.

En el oscilador de volante-espiral, la masa del péndulo se reparte en un doble péndulo o en el anillo de un volante equilibrado al cual se le acopla un fino muelle en espiral que substituye a la fuerza de gravedad y que hace que el volante invierta su sentido de giro a intervalos regulares.

Las bases científicas para tener hora exacta en navegación estaban sentadas, pero quedaba por resolver un largo camino de soluciones tecnológicas que, entre otros extremos, incluían el amortiguamiento de los violentos movimientos de la nave, y la compensación de los bruscos cambios de temperatura sufridos en alta mar.

Una apasionante carrera que ocupó a científicos y relojeros, se desató en pos de la precisión para proveer los barcos con cronómetros suficientemente exactos. En na-

vegación de altura, tener la hora exacta a bordo de una nave o tener una hora aproximada ofrecía al navegante la misma discriminación existente entre llegar al lugar escogido o unas millas más o menos lejos del mismo; si este lugar era una isla, podía representar encontrarla o no llegar jamás.

Visto el problema, no es de extrañar que los gobiernos de las principales potencias marítimas, que a la sazón eran Portugal, España, Francia, Inglaterra y Holanda, ofrecieran sumas exorbitantes a quien fuera capaz de construir un reloj totalmente preciso.

Felipe III de España fue el primero en ofrecer, ya en 1598, la enorme suma de 100.000 escudos al descubridor de un método para determinar la posición exacta de un navío en alta mar; le siguieron pronto los holandeses quienes brindaron 30.000 florines; en 1714 el parlamento británico ofrecía 20.000 libras esterlinas por un reloj capaz de determinar la longitud geográfica con

un error menor de 30 millas; y, en 1718, la Academia de Ciencias de París ofreció 2.000 libras francesas.

El más famoso de los relojeros que consiguió adjudicarse uno de dichos trofeos fue el inglés John Harrison (1693-1776), carpintero de origen, quien, a lo largo de treinta años construyó los cuatro relojes portátiles más precisos de su tiempo, el último de los cuales (1764) viajó de Londres a Jamaica habiendo acumulado a su regreso menos de dos minutos de variación.

En los que relojes de Harrison y en los que le siguieron cristalizaron espectacularmente las bases científicas desarrolladas por Galileo y Huygens un siglo antes. ■