

## Historia y Evolución

### METODOS SOLARES: SOMBRA

Desde la prehistoria el hombre midió el tiempo. Erigió columnas de piedra de modo que cuando un astro coincidiera con su alineación, señalase un momento o fecha importante. Los antiguos obeliscos egipcios eran pilares cuya sombra se desplazaba a medida que transcurría el día y marcaba las horas entre el amanecer y la caída del sol.

En sus primeras observaciones el hombre notó que la sombra variaba de acuerdo con la posición del sol. Así nació el **gnomon**, que consistía en un bastón incrustado en el suelo perpendicularmente, y en tierra se señalaban surcos que indicaban los distintos momentos del día. La sombra del bastón era la que señalaba los diferentes horarios. Pronto el bastón del gnomon fue transformándose en grandes obeliscos. Pero tenían grandes imprecisiones.

Según Heródoto, en Grecia el gnomon fue introducido por Anaximandro. Uno de los más antiguos gnomones de que se tienen datos, se usó en Egipto en 1500 antes de Jesucristo. Según la Biblia, el Rey Achaz hizo construir un cuadrante solar en Jerusalén en el siglo VIII antes de Cristo. A los gnomones le siguieron los **meridianos** (utiliza el mismo sistema de la sombra). Pero recién cuando se tuvieron en cuenta el eje de rotación de la tierra y otros datos científicos y astronómicos calculados con precisión, se construyó el **cuadrante solar** que mejoró al precario gnomon. Dicho cuadrante solar estaba formado por un estilo y una base esférica sobre la que se marcaban líneas horarias que señalaban los distintos momentos del día. Se lo ubicaba de determinada manera para que señalara la sombra en forma idéntica la misma hora en cualquier día del año. La medición del cuadrante solar hizo que se le considerara un instrumento de mayor precisión. De éste surgieron el **cuadrante ecuatorial** y luego el **cuadrante universal**, que era portátil y utilizable en cualquier lugar, que acompañado de las señales de una brújula, fue un instrumento útil para los navegantes. Los cuadrantes solares aparecieron en Grecia hacia el siglo V antes de Cristo, mientras que los romanos lo usaron alrededor del siglo II a C. Para las mediciones nocturnas del tiempo, aparecieron **cuadrantes estelares y lunares**. (Pero funcionaban solamente cuando había cielo despejado y sereno).

Por eso se hacía necesario medir el tiempo como transcurso y no como visual. Así aparecieron los **relojes de cera**, velas de duración prevista. A medida que se iba consumiendo la vela (marcada) señalaba un determinado período de tiempo. Se usó en la Edad Media, especialmente en oficios religiosos. En 1206 se utilizó una candela que contenía bolitas de metal, que caían a medida que la cera se iba derritiendo.

### Métodos de flujo

Los babilonios, los egipcios, los chinos y los hindúes utilizaron el agua contenida en un recipiente graduado, del que se escapaba, y hacía descender su nivel. El nivel del agua coincidía con una escala marcada en el recipiente que señalaba las horas. A éste invento se le denominó **clepsidra**, inventada probablemente por los Caldeos, es un **reloj de agua** que hacía salir el agua contenida en un recipiente a través de un orificio.

Éste instrumento lo utilizó Herófilo de Alejandría para medir las pulsaciones del cuerpo humano. Galileo usó una clepsidra de mercurio para medir la caída de los cuerpos. Hubo curiosas clepsidras construidas con adornos y anexos, como una enviada por el califa Harún Al-Raschid a Carlomagno. Era de cobre con incrustaciones de oro. Señalaba la hora sobre un cuadrante y dejaba caer en ese instante la cantidad correspondiente de bolitas de metal sobre una bandejita, y producían los sonidos en número correspondiente; y se abrían unas puertitas de donde salía la cantidad de caballeros armados (de acuerdo con la "hora" señalada) que hacían varios movimientos.

Otro tipo de reloj de flujo es el de **arena**, que data de hace aproximadamente 500 años. La arena cae de un

compartimiento superior a uno inferior a través de un estrecho cuello. Cuando ha caído totalmente se invierte el reloj y el procedimiento recomienza. Se debe conocer el lapso que tarda en completarse el ciclo. Otro método utilizado para medir el tiempo fue la velocidad con que una sustancia se consumía o quemaba. El más conocido de estos relojes estuvo constituido por la **vela graduada**, aunque se utilizaban también cuerdas con nudos y lámparas de aceite con depósitos graduados.

Pero todos estos relojes utilizados no lograban tener exactitud, y surgió la necesidad de lograr mantener un ritmo exacto en el fluir de los elementos del marcado del tiempo. Por lo tanto el hombre debió recurrir a la invención de elementos basados en la mecánica.

## SISTEMAS MECÁNICOS

Los relojes mecánicos, con manecillas que avanzan lentamente por la acción de engranajes, aparecieron hace varios siglos. Se conserva el reloj fabricado en 1364 para el palacio de Carlos V, en París. En estos primitivos relojes el movimiento se originaba por un peso colgante que impulsaba una rueda dentada o árbol de volante cuyos dientes estaban dispuestos en forma perpendicular al diámetro de la misma. Dos láminas llamadas paletas, dispuestas sobre un eje horizontal que oscilaba, engranaban en los dientes del árbol del volante y regulaban su movimiento. Este fue el primer sistema de escape empleado en los relojes, del mismo modo que la pesa constituyó el primer sistema motriz. Falta aún que hagamos referencia al tercer sistema o parte esencial de un reloj, el oscilador, que controla los movimientos de escape. En el primitivo reloj que describimos, esta función estaba a cargo de una palanqueta fijada en el extremo del eje de escape, que oscilaba merced al impulso que ejercían los dientes del árbol de volante. La duración de la oscilación, y por ende del escape, era regulada mediante una pesa deslizante fija a la palanqueta. Estos relojes resultaban inseguros debido a sus primitivos mecanismos de escape y oscilación.

Surgió la necesidad de dar exactitud a la medida del tiempo. Es decir, dividirlo en fracciones exactas, con ritmo constante.

Fue necesario recurrir a un **péndulo o balancín con resorte o peso**, movido por un mecanismo regulador, así es como se inventa el "**escape**", y se debe agregar una **aguja** o elemento que señale las mediciones, y que debe moverse regularmente, para lo que se agrega un **sistema de ruedas**.

El primer motor de relojería estaba formado por pesas, cuerdas o cadenas alrededor de ruedas y se iban desenvolviendo. Los relojes medievales más importantes eran de pesas, contruidos en torres y campanarios, como el de Dijón, el del Palacio de Justicia de París y el de la Catedral de Salisbury. Y también se construyeron grandes despertadores con este sistema de pesas. Se supone que este tipo de reloj apareció en el Siglo XIII, y aparece citado por Alfonso X El Sabio en su "Libro del Saber de Astronomía", pero se supone que los primeros experimentos con este mecanismo lo pueden haber realizado los árabes y los bizantinos.

En el Siglo XIV algunos nobles y señores comienzan a tener en sus casas relojes privados de pesas. El mecanismo llamado escape regula el descenso gradual de las pesas, éstas, al descender, impulsan una serie de ruedas dentadas. A medida que el péndulo oscila de un lado a otro, el áncora del escape deja avanzar el engranaje. Esto produce el tictac del reloj. La pesa va bajando hasta que llega a un límite y hay que volverla a subir. Posteriormente, el resorte en espiral sustituye a las pesas.

Alrededor del año 1500 comienza a utilizarse el **resorte**, que reemplazaba al sistema de pesas y permitía la fabricación de relojes más pequeños, portátiles, y que dio lugar a la realización de bellísimas artesanías y obras de arte de la mecánica y la orfebrería de la época.

Al resorte se agregó el sistema de escape. Si bien hubo varios intentos de realización de escapes, el primero realmente importante, y que sería el comienzo precario del tic tac, fue el escape a varilla que apareció alrededor de 1250, y se lo nombra como "**verge and foliot**". Consiste en una rueda dentada movida por

pesas, esta rueda empuja dos paletas fijadas a una varilla que hace mover a una barra horizontal oscilante, en forma de cruz, en dirección opuesta. Evoluciona éste sistema al llamado "**escape de áncora**", y el foliot da lugar al balancín vertical que dará origen al péndulo.

Algunos investigadores opinan que el primer mecanismo de escape fue inventado por el chino I Hing en el año 726. Pero hay diversos tipos de escape: el escape Graham inventado en 1715; el escape de clavijas en 1753 por el francés Amant y perfeccionado por Pierre Caron; el escape de áncora inventado en 1759 por Mudge; y el de áncora y clavijas, en 1798 por el francés Perrón.

El descubrimiento del movimiento isocrónico de las oscilaciones pendulares se hace en 1583. Galileo, en sus últimos años de experimentación, alrededor de 1641, proyectó un **reloj de péndulo**, que fue terminado por sus continuadores. El diseño original fue conocido por el físico holandés Juan Cristiano Huygens y descubrió que el péndulo debe describir un arco y no un círculo. La **cicloide** la señaló entre dos segmentos que delimitan su trayectoria para lograr el perfecto período. Y en 1675 él mismo creó el **resorte en espiral regulador**, mecanismo muy simple para hacer funcionar los **relojes de bolsillo**. La forma en espiral ha perdurado hasta la actualidad.

Al comenzar el Siglo XIX, un relojero suizo, Louis Berthoud inventó el **cronómetro** y fue perfeccionado el sistema de cuerda. Otro suizo, Louis Philippe, afina los diversos elementos y trabaja con elementos más pequeños, que lo llevan a trabajar con mecanismos de precisión y a la utilización de otros materiales y de nuevas aleaciones para resortes y balancines, para el logro de un punto justo de dureza, inalterabilidad y mínimas variaciones a los efectos externos. A fines del Siglo XIX, C. E. Guillaume dio otro paso en la evolución de los relojes, inventando el **invar** y el **elivar**, logrando nuevas aleaciones en resortes y balancines.

### ¿Cómo calcular el Péndulo?

<p><b>En 1672 Jean Richer, haciendo observaciones astronómicas, llevó un reloj de péndulo de Paris a Cayena (América) y comprobó que <u>atrasaba 2,5 minutos / día</u> Ello era consecuencia de las diferencias del valor de "g"</b></p>
--



El tiempo  $T$  que la péndola de un reloj de péndulo tarda en dar una oscilación completa se llama *periodo*.



$T$  depende de dos variables. Una,  $C$ , que es un valor propio de cada reloj y otra,  $g$ , que es la intensidad del campo gravitacional del astro en el que se halla el péndulo. Las tres se relacionan por la ecuación:

$$T = C / \sqrt{g}$$

### Reloj Atómico

Un **reloj atómico** es un dispositivo para medir el tiempo basándose en la frecuencia de una vibración atómica. En el año de 1967, para evitar imprecisiones en la medida del tiempo, se eligió un nuevo patrón base a la frecuencia de vibración atómica (un fenómeno extremadamente regular y fácilmente reproducible) para la definición de la unidad de tiempo físico. Según ello, un segundo físico corresponde a 9,192,631,770 ciclos de la radiación asociada a una particular transición del átomo de cesio. La precisión alcanzada con este reloj atómico es tan elevada que admite únicamente un error de un segundo en 30.000 años. A pesar de ello, actualmente se estudian nuevos relojes basados en las características del hidrógeno que permitirán alcanzar todavía mayor precisión (del orden de un segundo en tres millones de años).

### Innovación de los Relojes a lo largo del tiempo

- **El primer cuadrante solar**, según algunos investigadores, fue inventado en el siglo VI antes de Cristo, por el griego Anaximandro de Mileto. Aunque otros sostienen que fue inventado por los chinos y los egipcios.
- **La clepsidra** apareció unos 3000 años antes de Cristo, entre los egipcios.
- **El reloj de Bolsillo:** En 1842 el suizo Philippe construye un reloj de bolsillo al que se le puede dar cuerda y accionar las agujas.
- **La cuerda automática** de los relojes de sacudida o de masa fue inventada en 1775 por el relojero francés Perrelet.
- **Los primeros relojes de pulsera con cuerda automática** aparecieron en 1924.
- **El reloj eléctrico** fue perfeccionado por el escocés Alexander Bain en 1840.
- **El reloj de combustión** fue un invento usado por los bizantinos para medir el tiempo según la velocidad de combustión de las varas de incienso.
- **El reloj de pesas** es atribuido a Gerbert d'Aurillac (Aprox. 938–1003), que fuera el Papa Silvestre II en 999.

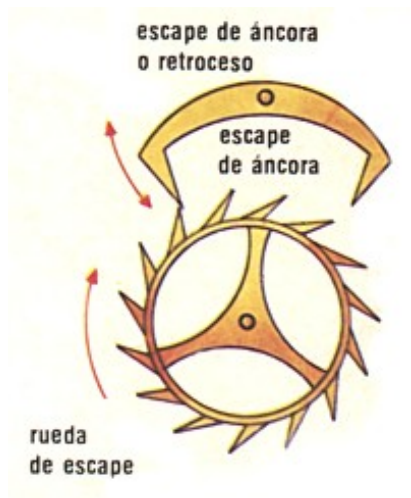
- **El reloj de péndulo** fue creado en 1657, por el astrónomo holandés Christiaan Huygens (1629–1695).
- **El primer reloj portátil de resorte** lo hizo en 1410, el arquitecto florentino Brunelleschi (1377 – 1446). Se inicia el uso de los relojes de péndulo particulares.
- **Un reloj que habla** fue inventado por Ernst Esclangon, quien hizo una demostración al público el 14 de febrero de 1933. En 1987, la Empresa Cítizen inventó otro reloj que habla, y memoriza órdenes que tiene incorporadas, como son número de tarjeta de crédito, de cuenta bancaria, de teléfonos, etc. Responde a la voz de su propietario y es llamado Voice–Master VX–2
- **El reloj con diapasón:** el diapasón como resonador de un reloj fue usado por primera vez en 1866, por el relojero francés Louis Breguet (1804–1883). En 1954 el ingeniero suizo Hetzel inventa el primer reloj de pulsera eléctrico de diapasón. En los relojes de cuarzo, el diapasón es de dicho material.
- **El reloj de cuarzo** aparece en sus primeras manifestaciones en 1920; pero recién en 1929, el relojero norteamericano Warren Alvinarrison creó un reloj que funcionaba con un resonador de cuarzo. Los relojes de cuarzo fueron desarrollados por Lip pero la comercialización la realizó a partir de 1969 la firma Seiko.  
En 1988 la empresa Seiko suprime la pila en los relojes de cuarzo y es reemplazada por una dínamo pequeña que produce la energía que el reloj consume.
- **El reloj atómico:** Los principios en que se basa el reloj atómico fueron enunciados en 1948 por químico norteamericano, Premio Nóbel de Química en 1960, William F. Libby (1908–1980).
- **El reloj SEMA o reloj de urgencia** fue inventado por dos jóvenes de 23 años, en 1988. Ellos son Nathalie Harrault y Philippe Pasquier. En la actualidad este reloj SEMA sirve para cardiacos, diabéticos insulino dependientes, hemofílicos y enfermos que son tratados con anticoagulantes. Da la posibilidad de actuar rápidamente en los casos de urgencias de estas enfermedades a médicos y personal de primeros auxilios. El reloj SEMA es especial, aunque también marca la hora. Tiene informaciones esenciales inscriptas en el reverso de la caja.

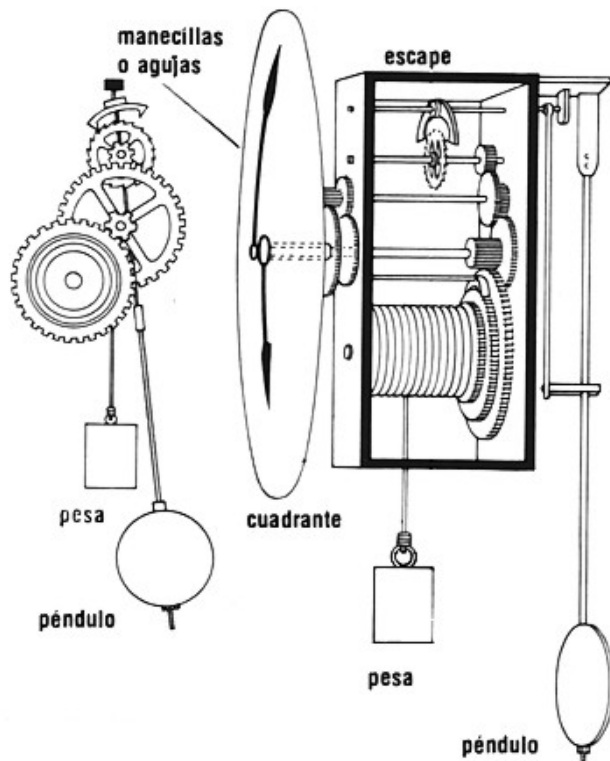
### Otros Relojes actuales

- **Reloj de pulsera:** el francés Louis Cartier inventó en 1904 un reloj de pulsera para ser usado por el aviador Santos–Dumont. Alrededor del mismo año 1904, el fundador de Rólex, el suizo Hans Wilsdorf realizó el invento por su parte. Y se impuso rápidamente por su comodidad. En 1910, Rólex perfeccionó el cronómetro de pulsera.
- **Primer reloj impermeable:** fabricado por Rólex en 1926, logran hacer una caja totalmente impermeable, llamándolo Oyster (cerrado como una ostra).
- **El primer reloj sumergible,** denominado el "submariner", fue desarrollado por la firma Rólex en 1953. En 1971 fabrica esta misma empresa el Sea–Dweller, también sumergible, pero con una válvula de helio y garantizado hasta los 610 metros de profundidad.
- **El reloj lunar, espacial o todo terreno:** el moon watch inventado por Omega en 1965 es el que usan a partir de esa fecha los astronautas de la NASA. Dicho reloj calcula la velocidad de un vehículo, mide el ritmo cardíaco, y varias utilidades más. En 1988 fue usado el reloj creado por la sociedad francesa Yema, para Jean–Loup Chrétien para ser usado en la misión franco–soviética Aragatz. Está hecho totalmente de titanio y se denomina Espacionauta III.
- **Un reloj para las mareas** realizado en cuarzo, fue inventado en 1988 por la norteamericana Ira Krieger y el suizo Francis Bourquín. Indica la hora de las mareas.
- **El reloj más caro** y también el más complicado fue el que realizó el relojero suizo Patek Philippe para celebrar el sesquicentenario de su fundación. Le llevó 9 años de trabajo y perfeccionamiento, tiene 33 funciones diferentes y está calculado su precio cercano a los diez millones de francos suizo.
- **Un reloj islámico** fue inventado por Tricom en 1987, tiene 9 cuadrantes, uno principal y 8 secundarios; indica el levante, el poniente, el zénit, las horas de las cinco plegarias en las próximas décadas. Tiene una voz sintetizada que anuncia el almuecín y una brújula que señala la dirección de la Meca.

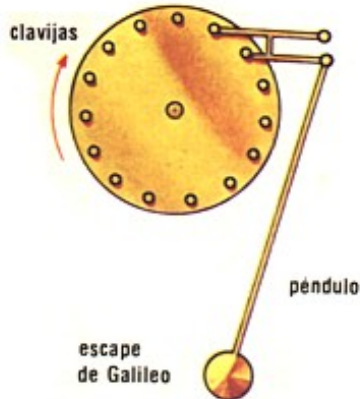
- **El reloj–Televisión** fue perfeccionado en 1984 por Seiko. Es un reloj de pulsera cuya pantalla mide 2,04 cm y fue vendido solamente en Japón.
- **El reloj Swatch** es el invento realizado por los suizos Ernst Thomke, Jacques Müller y Elmar Mock, de la división relojería de SMH. Es un reloj vendido en Suiza y EUA en 1982. Era impermeable hasta los 30 metros de profundidad. Tenía un año de garantía para el reloj y tres la pila; pero es un reloj descartable, que no se repara y está montado directamente en la caja. Se vendieron unos 25 millones de Swatch.
- **El reloj Génitron** se había instalado en París, en la fachada del Centro Cultural George Pompidou, para realizar durante 13 años la cuenta regresiva hacia el año 2000. Era más preciso que el reloj de cuarzo, tenía un margen de error inferior a 1/100.000 de segundo. Estaba comandado a distancia por un reloj atómico.
- **El reloj que solicita asistencia:** fue creado en 1988 por la Empresa sueca Electrolux un reloj electrónico pulsera emisor para convalecientes y solitarios, enchufado a la línea telefónica. Ante señales de peligro, el reloj llamado Dialog marca un número telefónico que se halla en la memoria del receptor y se realiza la asistencia a domicilio.

## ANEXOS





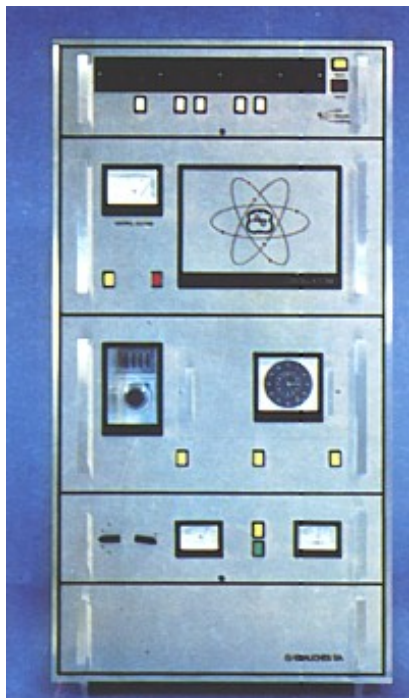
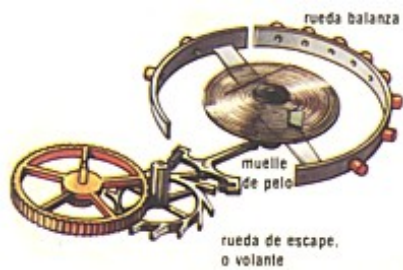
Desde la prehistoria el hombre midió el tiempo. Erigió columnas de piedra de modo que cuando un astro coincidiera con su alineación, señalase un momento o fecha importante. Los antiguos obeliscos egipcios eran pilares cuya sombra se desplazaba a medida que transcurría el día y marcaba las horas entre el amanecer y la caída del sol.



El siguiente adelanto en la medición del tiempo fue la creación de relojes con movimiento propio, que no dependían del o de los cuerpos celestes. Los babilonios, los egipcios, los chinos y los hindúes utilizaron el agua contenida en un recipiente graduado, del que se escapaba, y hacía descender su nivel. El nivel del agua coincidía con una escala marcada en el recipiente que señalaba las horas. Otro tipo de reloj de flujo es el de arena, que data de hace aproximadamente 500 años. La arena cae de un compartimiento superior a uno inferior a través de un estrecho cuello. Cuando ha caído totalmente se invierte el reloj y el procedimiento recomienza. Se debe conocer el lapso que tarda en completarse el ciclo. Otro método utilizado para medir el tiempo fue la velocidad con que una sustancia se consumía o quemaba. El más conocido de estos relojes estuvo constituido por la vela graduada, aunque se utilizaban también cuerdas con nudos y lámparas de aceite con depósitos graduados.

Los relojes mecánicos, con manecillas que avanzan lentamente por la acción de engranajes, aparecieron hace varios siglos. Se conserva el reloj fabricado en 1364 para el palacio de Carlos V, en París. En estos primitivos

relojes el movimiento se originaba por un peso colgante que impulsaba una rueda dentada o árbol de volante cuyos dientes estaban dispuestos en forma perpendicular al diámetro de la misma. Dos láminas llamadas paletas, dispuestas sobre un eje horizontal que oscilaba, engranaban en los dientes del árbol del volante y regulaban su movimiento. Este fue el primer sistema de escape empleado en los relojes, del mismo modo que la pesa constituyó el primer sistema motriz. Falta aún

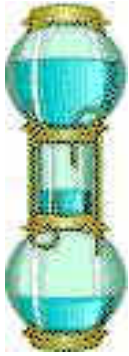


Hagamos referencia al tercer sistema o parte esencial de un reloj, el oscilador, que controla los movimientos de escape. En el primitivo reloj que describimos, esta función estaba a



cargo de una palanqueta fijada en de escape (aquel con las dos l







**Distintas partes del mecanismo de un reloj de péndulo y su funcionamiento**

**Partes esenciales de un reloj moderno**

**El reloj atómico más exacto que el de un mecanismo electrónico utiliza las vibraciones de los átomos de cesio**

**Reloj de Agua**

**(egipcio)**

**Meridiano**

**Reloj de agua o Clepsidra**

**Reloj de bolsillo**

**Reloj de Péndulo o balancín**

**Reloj de Arena**

**Reloj de Cera**

**Gnomon**

**Reloj de péndulo con resorte**

**Cronómetro**

**Reloj eléctrico**

**Sistema de escapes y clavijas**