

El tiempo

Periodo durante el que tiene lugar una acción o acontecimiento, o dimensión que representa una sucesión de dichas acciones o acontecimientos. El tiempo es una de las magnitudes fundamentales del mundo físico, igual que la longitud y la masa. En la actualidad se emplean tres métodos astronómicos para expresar el tiempo. Los dos primeros se basan en la rotación diaria de la Tierra sobre su eje, y se refieren al movimiento aparente del Sol (tiempo solar) y de las estrellas (tiempo sidéreo). El tercer método astronómico para medir el tiempo se basa en la rotación de la Tierra en torno al Sol (tiempo de efemérides).

Tiempo solar

Desde hace mucho tiempo se emplea el movimiento aparente del Sol en el cielo como base para la medida del tiempo. En cualquier punto del planeta, cuando el Sol alcanza el punto más alto en el cielo durante ese día, es mediodía. La línea en dirección Norte-Sur que pasa por el cielo en ese punto se denomina meridiano. El intervalo entre pasos sucesivos del Sol por el mismo meridiano es un día, que por convenio se divide en 24 horas. Sin embargo, según el tiempo solar la longitud del día no es la misma a lo largo del año debido a las variaciones del movimiento aparente del Sol. La diferencia de duración de las 24 horas de un día en las distintas estaciones puede llegar a ser de 16 minutos. Con la invención de relojes de precisión en el siglo XVII, estas diferencias empezaron a ser significativas. Por ello se inventó el tiempo solar medio, basado en un sol imaginario que se desplaza de forma uniforme durante todo el año.

Horario oficial

El horario oficial, basado en el tiempo solar, fue introducido en 1883 por acuerdo internacional para evitar complicaciones en los horarios de trenes cuando cada comunidad empleaba su propia hora solar. Se dividió la Tierra en 24 husos horarios, partiendo del meridiano de longitud cero, que pasa por el Real Observatorio de Greenwich, en el sur de Inglaterra; los husos se numeran según su distancia al este o al oeste de Greenwich. Dentro de cada huso horario, todos los relojes deben marcar la misma hora, y entre un huso y el siguiente hay una diferencia de una hora. En el modelo científico en el que se basan los husos horarios, cada huso abarca 15° de longitud; sin embargo, los límites de los husos se han adaptado a las fronteras internacionales (o a los límites regionales en países extensos) para facilitar las actividades comerciales. En navegación, los relojes se sincronizan frecuentemente con la hora local de Greenwich, denominada GMT por sus siglas en inglés. Los astrónomos usan esencialmente el mismo sistema, aunque lo denominan UTC (siglas en inglés de Coordenadas Temporales Universales).

Tiempo sidéreo

Como el tiempo solar medio se basa en el movimiento de un sol ficticio, se estableció una posición básica para poder calcular a partir de ella el tiempo medio. Esta posición es el equinoccio de primavera, un punto imaginario en el cielo denominado Eclíptica. En la práctica, la situación del equinoccio de primavera se halla a partir de la posición de las estrellas fijas. El tiempo solar basado en la posición de las estrellas se denomina tiempo sidéreo, y los relojes regulados para registrar este tiempo se llaman relojes sidéreos. Existe una discrepancia en el número total de horas entre el año solar medio y el año sidéreo. La Tierra vuelve a pasar por el equinoccio de primavera cada 365 días, 6 horas, 9 minutos y 9,54 segundos según el tiempo sidéreo medio. Según el tiempo solar medio, transcurren 365 días, 5 horas, 48 minutos y 45,5 segundos: la diferencia es de 20 minutos y 24,04 segundos.

Tiempo de efemérides

Tanto el tiempo solar como el sidéreo presentan pequeñas imprecisiones debidas a las irregularidades de la

rotación de la Tierra en torno a su eje, que muestra variaciones de 1 o 2 segundos anuales. Además, la Tierra se está frenando gradualmente, y el periodo de su órbita aumenta alrededor de una milésima de segundo cada 100 años. Algunas de estas variaciones se pueden tener en cuenta; en otros casos no puede hacerse debido al carácter irregular de las mismas. En 1940 se eliminaron estas dificultades con la introducción del tiempo de efemérides, empleado sobre todo por los astrónomos cuando necesitan la máxima precisión para calcular las posiciones de planetas y estrellas. El tiempo de efemérides se basa en la rotación anual de la Tierra alrededor del Sol, y su posición de base, igual que en el tiempo sidéreo, es el equinoccio de primavera. El uso de tablas matemáticas permite convertir el tiempo de efemérides a tiempo solar medio.

Patrón científico del tiempo

Hasta 1955, el patrón científico del tiempo, el segundo, se basaba en el periodo de rotación terrestre, y se definía como $1/86.400$ del día solar medio. Cuando se comprobó que la velocidad de rotación de la Tierra, además de ser irregular, estaba decreciendo gradualmente, se hizo necesario redefinir el segundo. En 1955, la Unión Astronómica Internacional definió el segundo como $1/31.556.925,9747$ del año solar en curso el 31 de diciembre de 1899. El Comité Internacional de Pesas y Medidas adoptó esa definición el año siguiente.

Con la introducción de los relojes atómicos en particular, con la construcción de un reloj atómico de haz de cesio de alta precisión, en 1955 se hizo posible una medida más precisa del tiempo. El reloj atómico mencionado utiliza la frecuencia de una línea espectral producida por el átomo de cesio 133. En 1967, la medida del segundo en el Sistema Internacional de unidades se definió oficialmente como la duración de 9.192.631.770 periodos de la radiación correspondiente a la transición entre dos niveles hiperfinos del estado fundamental del átomo de cesio 133.

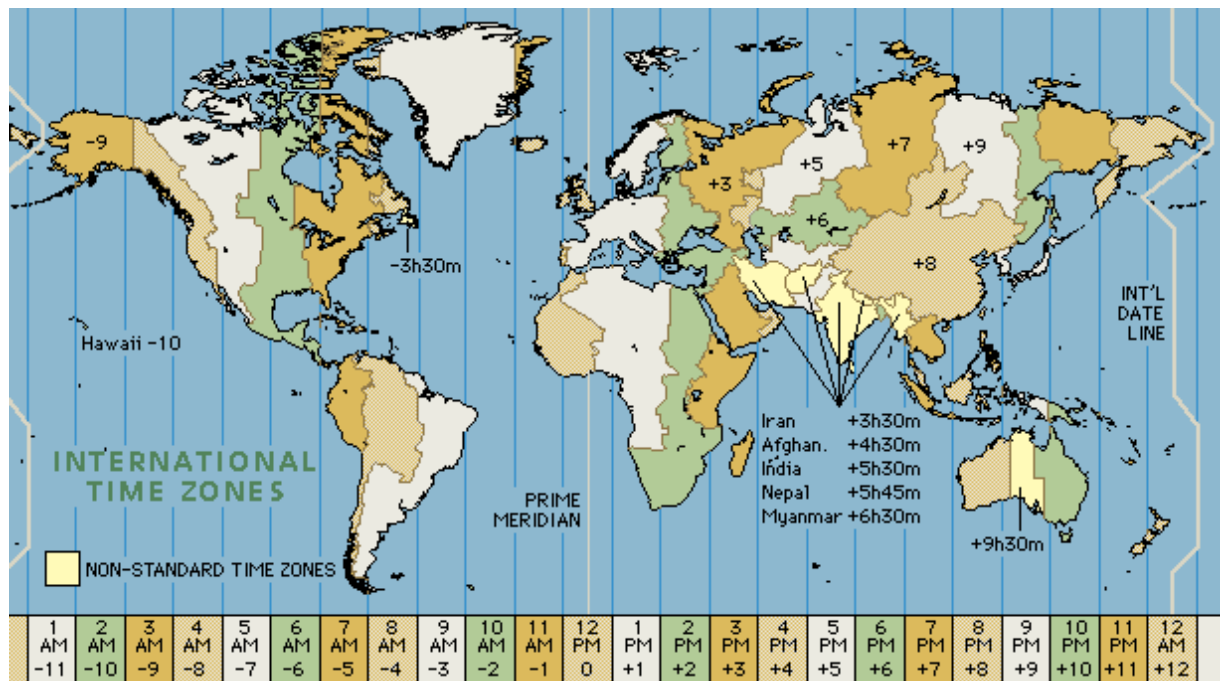
como se mide el tiempo?

La medición del tiempo ha sido muy importante en la historia del hombre y para realizarla se han utilizado principalmente los eventos y ciclos astronómicos que han dado pie a calendarios solares, lunares y estelares.

Los movimientos del sol permitieron crear relojes solares para realizar la medición del tiempo. Se determinó que el paso del sol por el meridiano mas alto – la línea imaginaria que une los polos norte y sur– como el mediodía local; y la medianoche local como el paso del sol por el meridiano mas bajo –no observable– a esto se le denomina **Tiempo Solar Aparente**. El día solar aparente va desde un cruce del sol por el meridiano hasta el siguiente. Sin embargo, debido a la órbita terrestre elíptica y al ángulo de la eclíptica, el Sol se adelanta entre 14 y 16 minutos diarios de acuerdo a la época y por tanto no es una medida de tiempo adecuada.

Estos cambios en la medición llevaron a crear una nueva medida denominada **Tiempo Medio Local** basado en el movimiento promedio del Sol a través de del ecuador celeste a una velocidad constante. Sin embargo, a pesar de su utilidad el tiempo medido puede variar adelante o atrás del tiempo solar hasta por una hora en determinadas épocas del año. Este es el tiempo que medimos a diario con nuestros relojes comunes.

El tiempo medio local depende de la localización. De esta manera como los puntos de observación son diferentes el tiempo varia por que se toman puntos de medida diferentes, así a una latitud de 40° dos puntos separados 20.8 Km. tienen una diferencia entre sus tiempos locales de un minuto. Esto no procuraba ningún problema a principios del siglo 19 cuando las comunicaciones eran lentas pero cuando estas fueron mucho mas rápidas y después con las comunicaciones por telégrafo y radio esto se convertiría en un problema por las diferencias de horarios. En 1883 se decidió para esquivar este problema dividir los estados unidos (y luego el resto del mundo acogería la idea) en zonas de tiempo en las cuales se promediaba el tiempo de acuerdo a las latitudes 75, 90 y 105 grados para este, centro y oeste y a este, a medida se le denomino **Tiempo Estándar**.



En astronomía la medida del tiempo es muy importante debido a que los eventos y posiciones de los cuerpos celestes cambian con el tiempo y la estación. Además para realizar observaciones, registrarlas y comunicarlal son necesarias unas medidas de tiempo uniformes.

Se requiere un sistema que unifique el tiempo en todo el mundo y para esto se creó el **Tiempo Universal o Greenwich Meridian Time** que corresponde al tiempo local el meridiano (0°) que pasa y está marcado en una placa en el observatorio de Greenwich en Inglaterra y es el tiempo que se aceptó y mantenido como estándar para las observaciones astronómicas. Para su cálculo basta sumar las horas que separan el sitio de la observación con el meridiano de Greenwich, que para el caso de Colombia es de 5 horas (Ej. Tiempo local 17:00 horas UT 23:00 horas). El TU se mide en el sistema de 24 horas.

Zona de Tiempo	Factor de Conversión
Tiempo Atlántico Diurno	-3 horas desde UTC
Tiempo Atlántico Estándar	-4 horas
Tiempo Este Diurno	-4 horas
Tiempo Este Estándar (Bogotá)	-5 horas
Tiempo Central Diurno	-5 horas
Tiempo Central Estándar	-6 horas
Tiempo Pacífico Diurno	-7 horas
Tiempo Pacífico estándar	-8 horas

Los astrónomos profesionales con frecuencia utilizan otro sistema de medida que se basa en el movimiento estelar y no del Sol a este se le conoce como **Tiempo Sideral**. En este tiempo se considera medianoche cuando el punto de equinoccio vernal pasa el meridiano más alto. Un día sideral es el tiempo entre dos pasos del punto vernal por el meridiano. La Tierra rota sobre su propio eje y se traslada alrededor del Sol al mismo tiempo en 365 días esto crea un ángulo adicional de $360/365 = 0.986$, la Tierra se toma alrededor de 3.9 minutos en cubrir ese ángulo, por tanto un día sideral corresponde a 23h36'4.091". Para utilizar el tiempo sideral como guía para la observación debemos recordar que los objetos celestes pasan el meridiano a la hora que corresponde a su ascensión recta. Si se ajusta el reloj para que corran 4 minutos más rápido por día, colóquelo en el tiempo sidéreo local y úselo para saber que constelaciones se encuentran sobre el meridiano.

Por ejemplo, si el reloj marca 5:30 a.m., en su meridiano estará la ascensión recta 5h 30m y ahí encontrará a Orión

La rotación terrestre no es uniforme y puede verse afectada por varios factores como las mareas, factores climatológicos entre otros – esta por demás decir que esta variación en la velocidad de rotación es ínfima pero a modificado el UT en 62 segundos-. Por esto se creo en 1902 el llamado **Tiempo de Efemérides o Tiempo Terrestre Dinámico** y el **Tiempo Dinámico Baricéntrico** que para el aficionado puede tomarse como iguales. Estas medidas de tiempo son estables e independientes de los movimientos de la Tierra. Para convertir este tiempo en UT los almanaques poseen un factor de corrección llamado delta T ($UT = TE - \text{delta } T$).

Desde 1967 el segundo se definió como el tiempo que toma un átomo de Cesium -133 en emitir 9,192,631,770 ciclos de radiación microonda en un reloj atómico. Con esta definición el día en 1983 duro un promedio de 24.00000063 horas y en 1986 24.00000034. En el **Tiempo Universal Coordinado** se introduce un segundo cuando es necesario en junio 30 o Diciembre 31.

El calendario

La fuente de energía de un reloj puede ser un peso, un resorte motor o una corriente eléctrica. En los relojes mecánicos es necesario levantar el peso o tensar el resorte periódicamente; la fuerza motriz suministrada por la fuente de energía se transmite por un tren de engranajes y se regula con un péndulo o un volante. Este tipo de reloj registra el paso del tiempo mediante agujas que giran en una esfera o mediante ruedas numeradas; también pueden indicar la hora de forma audible haciendo sonar una campana o carillón. En los relojes eléctricos y electrónicos el tiempo puede indicarse mostrando números en una pantalla



El calendario actual se basa en el ciclo que tarda nuestro planeta en dar una vuelta alrededor del Sol. El calendario solar presenta varias ventajas siendo la principal que el camino alrededor del sol marca también las estaciones las cuales son de suma importancia para la planeación de las siembras, preparación para los cambio de clima, etc. Siguiendo este esquema tenemos tres tipos de años según el punto de referencia con el que trabajemos.

- **Año sideral.** Corresponde al lapso de tiempo en que la Tierra orbita al Sol tomando como punto

inicial un punto fijo o una estrella hasta retornar a ella. El valor calculado en la actualidad es de 365,2564 días.

- **Año Tropical.** Es el tiempo que toma la Tierra para hacer dos pasos sucesivos, por cualquiera de los equinoccios. Es el tiempo que se toma como referencia del calendario actual y tienen un valor calculado para el año dos mil de 365,2422 días. Este valor es un promedio de los valores tomados independiente para cada equinoccio. Este año es el que se toma como base para el cálculo del año solar o calendario.
- **Año Anomalístico.** Tiempo que le toma a la Tierra en pasar dos veces consecutivas por el perihelio.

Los Babilonios diseñaron un calendario lunisolar que constaba de siete años de 13 meses lunares y doce años de 12 meses lunares. Esta combinación hace coincidir en una fecha al empezar cada ciclo el calendario solar y el lunar. A este método se le llamo Ciclo Metónico en honor a Meton (siglo V a.C.) quien lo perfeccionó insertando un mes adicional a los doce lunares. Este calendario tiene un error de algo mas de dos horas en 19 años con respecto al tropical.

Egipto fue la primera civilización en tomar el calendario solar como patrón hace casi 6000 años. El Nilo era el responsable del comercio, la agricultura y la continuidad de Egipto. Sus astrónomos se dieron cuenta que Sirio (Can Mayor), la estrella mas brillante en nuestro firmamento y llamada la estrella perro, ascendida en el amanecer cuando el gran río empezaba a inundar sus tierras. La celebración del nuevo año acontecía cuando Sirio se colocaba sobre la punta de un obelisco al mirársele desde el suelo. Se reconocían tres estaciones de 4 meses cada una (inundación siembra y cosecha) y se dividió el zodiaco en 36 "Decanes" de 10° cada uno (tres por cada constelación), a su latitud (30°) la oscuridad en el solsticio de verano duraba 8 horas, se dividieron estas 8 horas en 12 decanes de las estaciones dando origen a las noches de 12 horas y mas tarde a los días de 24 horas. En Stonehenge (2000 a.C.) se alinearon piedras con las cuales se podía saber cuando ocurrirían el solsticio de verano y algunos autores sostienen que se puede calcular la época para la cual se tendrá un eclipse de sol o de luna.

Los Mayas desarrollaron tres calendarios:

- Uno de 365 con 18 meses de 20 días adicionando 5 los cuales eran considerados de mala suerte
- Un año sagrado de 260 días inventado por los Zapotecas hacia el año 1000 a.C. que se usaba para planear la guerra, ofrecer sacrificios a los dioses y adivinar el futuro y estaba relacionado con los ciclos de Venus.
- Los dos anteriores se unían en otro llamado el calendario cerrado o redondo que se cumplía con ciclo de 52 años. La terminación de este ciclo se esperaba con bastante temor pues podía suceder que el Sol no volviera a salir.

En el año 130 a.C. Hiparco había descubierto la presesión de los equinoccios, o sea el adelantamiento que tiene el punto vernal o Aries durante cada año en 50 segundos (debido al movimiento de cabeceo de la tierra). También midió la duración del año utilizando los solsticios, obteniendo un tiempo de 365 años, 5 horas y 55 minutos o 365,2465 días, apenas 6 minutos diferente que el dato actual.

MESES DEL CALENDARIO ROMANO	
Nombre del mes	Duración días
Martius	31
Aprilis	30
Majus	31
Junius	30
Quintilis	31
Sextilis	30

September	30
October	31
November	30
December	31

El primer calendario usado por los romanos era estrictamente un calendario lunar por lo que no correspondía con las estaciones. Este cómputo de tiempo era el Calendario de Rómulo y se cree que se remontaba al 753 a.C. De los pocos datos que nos han llegado hasta la actualidad, sabemos que el año se iniciaba con el equinoccio de primavera y tenía 10 meses cuya duración alternaba 30 y 31 días. Estos meses no encajan con ningún ciclo astronómico ni siquiera de manera aproximada.

Siglos después el Rey romano Numa Pompilio, basándose en el calendario griego, modificó el sistema creando un periodo de 354 ó 355 días (12 lunaciones). Se añadieron dos meses más al final: Enero «Ianuarius» (dedicado a Jano) y febrero «Februarius» (de «februare», purificar, dedicado a Plutón). Cada uno se componía de 28 días, aunque posteriormente se añadió un día más a enero.

Para hacer coincidir los meses con las estaciones se incluyó un mes de 22 o 23 días cada dos años. Sin embargo a pesar de la aproximación de este calendario al ciclo estacional recibió durante años muchas modificaciones.

Las múltiples revisiones sobre todo realizadas por la religión para hacer coincidir sus fechas llevaron a que este calendario en el año 46 a.C. tuviera un desfase con respecto a las estaciones de casi tres meses.

MODIFICACION DE NUMA POMPILIO	
Nombre del mes	Duración días
Martius	31
Aprilis	29
Majus	31
Junius	29
Quintilis	31
Sextilis	29
September	29
October	31
November	29
December	29
Ianurus	29
Februarius	27/28

En el año 48 a.C. Julio Cesar llegó a Egipto persiguiendo a Pompeyo donde después de vencerlo, conoció a Cleopatra. Cesar fue invitado a una de las celebraciones del nuevo año en Alejandría y a través de Cleopatra conoció la manera cómo se había establecido el calendario egipcio y su duración. Cesar como militar, era una persona pragmática y había observado que el calendario romano, que era basado en la luna, tenía bastantes desviaciones con respecto a la celebración de las estaciones. La celebración del equinoccio de primavera no coincidía con la iniciación de esta estación y los sacerdotes para que coincidieran agregaban quitaban días.

CALENDARIO JULIANO	
Nombre del mes	Duración días
Enero	31

Febrero	29
Marzo	31
Abril	30
Mayo	31
Junio	30
Quintilis	31
Sextilis	30
Septiembre	30
Octubre	31
Noviembre	30
Diciembre	31

En el año 47 a.C. Cesar vuelve a Roma llevando a Sosígenes quien seria quien implementa los cambios al calendario. Se estableció la duración del año en 365.25 días, se colocaron dos meses antes Marzo, para que el año empezara el primero de Enero día del primer plenilunio después del solsticio de invierno y colocó al 25 de Marzo como la fecha del equinoccio de primavera. Se incluyó insertando un día mas en febrero cada cuatro años (bis sextus dies ante calendas Martii: el sexto día antes de las calendas de marzo), convirtiendo en bisiestos todos los años cuyo número es divisible por cuatro, se eliminó por completo la idea de hacer coincidir los meses con las lunaciones cambiándolos para que siguieran los cambios de estación. El primero de enero del año 45 a.C. comenzó la corrección del calendario romano, pero para que la fecha del equinoccio cayera el 25 de marzo, el año 46 a.C. tuvo que ser alargado y llego a tener mas de 400 días a este se le llamo el año de la confusión.

Julio Cesar fue asesinado el año 44 a.C. y la aplicación de las anteriores normas no fueron completas ya que los sacerdotes empezaron a agregar el día adicional cada tres años. El error siguió hasta el año 8 a.C. cuando subió al poder Augusto, quien hizo corregirlo. Como recuerdo a las reformas hechas el senado cambio los nombres de los meses de Quintilis por el de Julio y el de Sextilis por Agosto, pero como este no podía ser menos que Julio se le quito un día a febrero, que quedo con 28 y se le paso a Agosto que finalmente quedo con 31.

En el año 532 Dionisio el Exiguo, desarrolló una formula para el calculo exacto de la Pascua, basado en el ciclo Metónico. Además invento lo que hoy conocemos *ANNO DOMINI*, o era del Señor. Dionisio definió la fecha de nacimiento de Jesús en el año 1 d.C. Para las fechas anteriores se les designó con el signo negativo o con las palabras antes de Cristo (a.C.). En esa época el concepto del cero no se había inventado, así pues que el año cero no existe para nuestras cuentas. De esta manera se cambio la fecha de inicio del calendario de la fundación de Roma por el nacimiento de Cristo. Se ha determinado que el 25 de diciembre no se produjo el verdadero nacimiento si no que este día se tomó por convención a mediados del siglo VI para sustituir las antiguas celebraciones romanas del solsticio de invierno. Por ultimo también existen errores en el calculo del año de nacimiento de Cristo que quizás se produjo cuatro a siete años antes.

La tierra no tiene una velocidad constante de rotación y su velocidad a ido disminuyendo a través del tiempo, de esta manera se ha presentado un desfase en la coincidencia de las estaciones y el calendario, desfase, que no fue corregido completamente por las modificaciones en el calendario juliano. Hacia el año 325 d.C. el equinoccio de primavera en vez de caer el 25 de marzo cayo el 21 de ese mismo mes. En el concilio de Nicea no se corrigió el error y se considero que los cálculos de Sosigenes estaban errados al calcular el equinoccio de primavera y entonces este se traslado al 21 de marzo.

El 24 de febrero del año 1582 d.C. Gregorio XIII introdujo una reforma fundamental en el calendario Juliano y fue la de ajustar los años bisiestos de manera que los años divisibles por cien pero no por cuatrocientos dejasen de tener 366 días, suprimiendo 3 días cada 4 siglos. A este calendario se le conoce como Gregoriano y

es el que rige la medida del tiempo en la actualidad en el mundo occidental con mínimas modificaciones.

Sin embargo aun no es un calendario perfecto y por ejemplo se debieron restar 13 y no 10 días para que los equinoccios volvieran a coincidir con el calculo original se Sosigenes y la diferencia entre el calendario Gregoriano de 365,2425 días con el año tropical de 365,24219879 días es de un día cada 3.320 años y se debería hacer que solo los años múltiplos de mil sólo sean bisiestos cuando no son divisibles por 4.000. Es poco probable que se realicen nuevos cambios fundamentales en el calendario por que son poco prácticos y llevarían a confusiones y costos inimaginables.

Que es un reloj?

Dispositivo que mide el paso del tiempo o divide el día en unidades temporales menores. Su sistema de conteo ha de estar para ello sincronizado a un fenómeno cíclico de período regular. A cada ciclo el sistema de conteo ha de avanzar siempre el mismo número de las unidades que ese sistema tenga establecidas. El reloj de Sol da la hora con la sombra que, según la posición del Sol a lo largo del día, una varilla o gnomon proyecta sobre un superficie graduada. El reloj de arena consiste en dos botellas cónicas unidas por sus vértices; la arena cae de la superior a la inferior a un ritmo determinado, a partir del cual se gradúa una escala. En un reloj mecánico moderno la fuente de movimiento regular es un peso que desciende lentamente o un muelle que va descargando la tensión que se le acumula cuando se da cuerda al reloj. Ese movimiento regular se transmite mediante un juego complejo de engranajes (ruedas dentadas y varillas giratorias) a las manecillas que dan horas y minutos. Un reloj de péndulo, por ejemplo, funciona en líneas generales como sigue: un peso impulsa una rueda principal, que hace girar el piñón unido a la varilla que transmite ese movimiento a las ruedas encargadas de las agujas; tras el piñón, en la misma varilla, está la rueda central, engranada a la rueda de escape, sobre la que actúa el péndulo que regula las desviaciones en el funcionamiento del reloj (la rueda de escape, a su vez, lo mantiene en movimiento). Cuando el arco que describe un péndulo es pequeño, su período depende sólo de su longitud; así, si se acorta en 0,025 mm el reloj perderá alrededor de un segundo por día. La fuente mecánica puede sustituirse por una batería eléctrica. El más perfecto de los relojes mecánicos es el reloj de péndulo eléctrico de Shortt: está formado en realidad de dos relojes; uno de ellos es un péndulo que oscila libremente en un recipiente cerrado, a baja presión, y no actúa sobre ningún mecanismo, pero cada medio minuto recibe un impulso de una palanca accionada por una señal eléctrica enviada desde el reloj esclavo; éste recibe entonces una señal sincronizadora que garantiza que la palanca volverá a caer de nuevo medio minuto más tarde exactamente. Estos relojes se retrasan sólo unos segundos al año (alrededor de una parte en 10 millones) y se empleaban en los laboratorios y observatorios. Pero los relojes mecánicos han sido desplazados por los relojes de cuarzo en el uso personal y en los laboratorios (con un retraso de 0,1 milisegundos por día, alrededor de una parte en mil millones), los cuales, a su vez, han sido sustituidos por los relojes atómicos en los experimentos científicos más sensibles. Un cristal de cuarzo vibra de forma natural, y sus vibraciones tienen un período de 32.768 hercios. Se talla dándole forma de lámina o de diapason de unos pocos milímetros de longitud, y se conecta a un circuito de corriente alterna cuya frecuencia se acopla a la del cristal gracias a la retroalimentación eléctrica de éste, debida al fenómeno de la piezoelectricidad, la generación de electricidad en ciertos materiales sometidos a tensiones. La corriente alterna del circuito pasa a un dispositivo digital llamado divisor de frecuencias, que genera una señal de salida por cada cierto número prefijado de impulsos de entrada y gobierna, además, el sistema mecánico o electrónico que presenta la medición del tiempo. El primer reloj público que daba las horas se construyó en Milán, en 1335. Los relojes de finales de la Edad Media podían retrasarse hasta media hora por día. Los movía un peso y tenían un mecanismo de regulación poco eficaz. Avanzado el siglo XIV aparecieron los primeros relojes domésticos, versiones reducidas de los públicos. El alemán Peter Henlein empezó a hacer relojes movidos por muelles hacia 1500; fueron los primeros relojes portátiles. Sólo tenían aguja horaria, sin esfera (el minuterio apareció en 1670 y el cristal protector en el siglo XVII). El gran paso en la precisión de los relojes fue la creación del reloj de péndulo por el físico holandés Christiaan Huygens, en 1656 (la regularidad temporal del péndulo ya había sido observada por Galileo Galilei hacia 1582). Por entonces empiezan a colgarse relojes de péndulo corto y caja de madera de las paredes. En 1906 apareció el primer reloj movido por una batería eléctrica, y en 1918 el primero con un motor eléctrico enchufado a la red, que es la que, con la frecuencia de la corriente eléctrica, le marca el paso

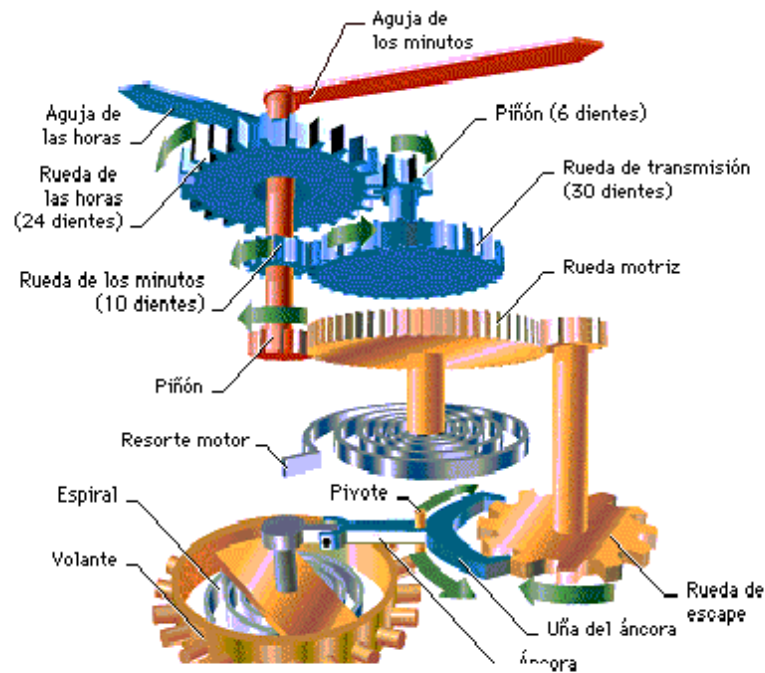
del tiempo. En los años veinte, William H. Shortt creó el reloj que lleva su nombre; a finales de ese decenio Joseph W. Horton y Warren A. Marrison fabricaron el primer reloj basado en osciladores de cuarzo. I.I. Rabi elabora, en los años treinta, los primeros relojes atómicos. A finales del siglo XX se generaliza el uso personal de los relojes de cuarzo gracias a la fabricación de diapasones de cuarzo diminutos y a la existencia de componentes digitales baratos de bajo consumo.





Mecanismos

La fuente de energía de un reloj puede ser un peso, un resorte motor o una corriente eléctrica. En los relojes mecánicos es necesario levantar el peso o tensar el resorte periódicamente; la fuerza motriz suministrada por la fuente de energía se transmite por un tren de engranajes y se regula con un péndulo o un volante. Este tipo de reloj registra el paso del tiempo mediante agujas que giran en una esfera o mediante ruedas numeradas; también pueden indicar la hora de forma audible haciendo sonar una campana o carillón. En los relojes eléctricos y electrónicos el tiempo puede indicarse mostrando números en una pantalla.



Tipos de relojes

Reloj mecánico

Un reloj mecánico contiene un complejo sistema de engranajes, compuesto por la rueda de escape, la rueda motriz, la rueda de transmisión, la rueda de las horas y la rueda de los minutos, además de diversos piñones.

Relojes eléctricos y electrónicos

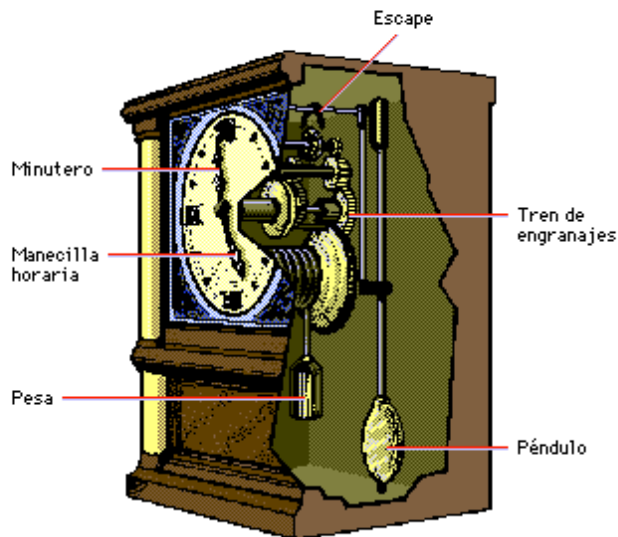
En algunos relojes eléctricos domésticos, un pequeño motor gira al unísono con el generador de la central eléctrica, que está regulado para que proporcione una corriente alterna de una frecuencia determinada. También pueden emplearse corrientes eléctricas para mantener varios relojes secundarios sincronizados con el péndulo de un reloj principal.

En 1929 se desarrolló el reloj de cristal de cuarzo, de gran precisión. Este reloj utiliza un anillo de cuarzo conectado a un circuito eléctrico, al que se le hace oscilar a 100.000 Hz (hercios, o ciclos por segundo). Esta oscilación de alta frecuencia se convierte en una corriente alterna, se reduce a una frecuencia más adecuada para la medida del tiempo y se emplea para alimentar el motor de un reloj síncrono. El error máximo de los relojes de cuarzo más precisos es de 1 segundo en 10 años.

Los relojes de pulsera eléctricos o electrónicos emplean pequeñas pilas que duran más o menos un año. La pila puede impulsar el volante de un reloj mecánico convencional o puede emplearse para hacer oscilar un pequeño diapasón o, con más frecuencia, un cristal de cuarzo.

Reloj de pesas

La fuente de energía de un reloj puede ser un peso, un resorte motor o una corriente eléctrica. En los relojes mecánicos es necesario levantar el peso o tensar el resorte periódicamente; la fuerza motriz suministrada por la fuente de energía se transmite por un tren de engranajes y se regula con un péndulo o un volante. Este tipo de reloj registra el paso del tiempo mediante agujas que giran en una esfera o mediante ruedas numeradas; también pueden indicar la hora de forma audible haciendo sonar una campana o carillón. En los relojes eléctricos y electrónicos el tiempo puede indicarse mostrando números en una pantalla.



Reloj de pesas

Muchos relojes mecánicos están movidos por pesas. Un mecanismo denominado escape regula el descenso gradual de las pesas, que al bajar 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 lo que causa el tictac del reloj y la pesa va bajando hasta que llega a un límite y hay que volverla a subir. En algunos relojes, un resorte en espiral sustituye a las pesas.

Cronómetros

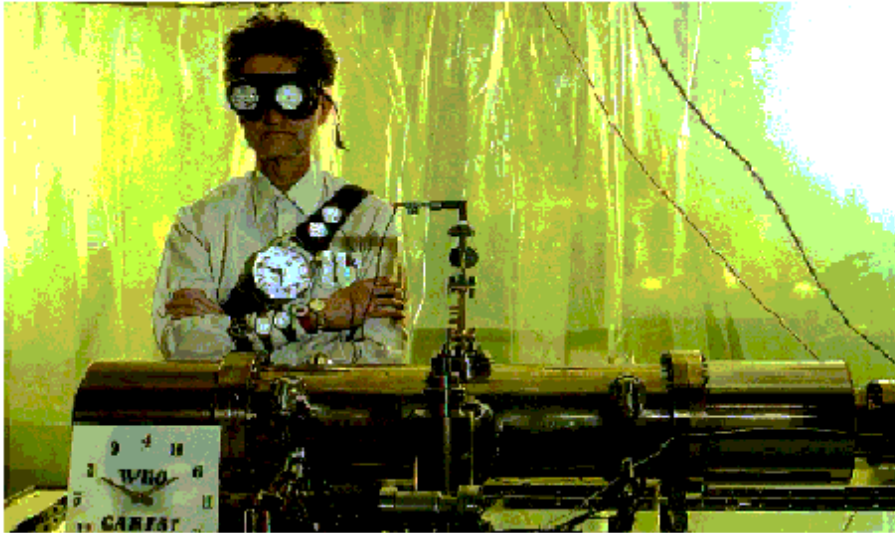
Los relojes mecánicos de alta precisión conocidos como cronómetros eran empleados por los navegantes para determinar la longitud geográfica y calcular su posición en alta mar. También los utilizaban astrónomos y joyeros para calibrar instrumentos de medida. El primer cronómetro eficaz fue construido en 1761 por el relojero británico John Harrison. Era un instrumento portátil montado sobre balancines para mantener el delicado mecanismo en posición horizontal.

Otro reloj de precisión, denominado cronógrafo, no sólo proporciona la hora exacta sino que también registra el tiempo transcurrido en fracciones de segundo. Hay distintas formas de cronógrafo: el tacómetro, que mide la velocidad de rotación; el pulsómetro, que determina el ritmo de una pulsación, y el contador de producción, que indica el número de productos fabricados en un tiempo determinado. Los cronógrafos o cronómetros empleados en competiciones deportivas indican el tiempo transcurrido, pero no la hora del día.

Relojes atómicos

Los dispositivos de medida del tiempo más precisos son los relojes atómicos basados en la frecuencia de la oscilación entre dos estados de energía de determinados átomos o moléculas. Estas vibraciones no resultan afectadas por fuerzas externas. El funcionamiento del reloj de cesio, utilizado para definir la unidad fundamental de tiempo en el Sistema Internacional de unidades, se basa en la medida de la frecuencia de la radiación absorbida por un átomo de cesio al pasar de un estado de energía más bajo a uno más alto.

El reloj de amoníaco y el reloj de hidrógeno emplean el principio del máser. El máser de amoníaco separa las moléculas de amoníaco en dos niveles de energía diferentes, y la frecuencia constante muy alta con la que oscilan las moléculas entre un nivel y otro se emplea para medir el tiempo con gran precisión. Entre otras cosas los relojes atómicos se utilizan para medir la velocidad de rotación de la Tierra, cuyo periodo puede variar en 4 o 5 milisegundos de un día a otro.

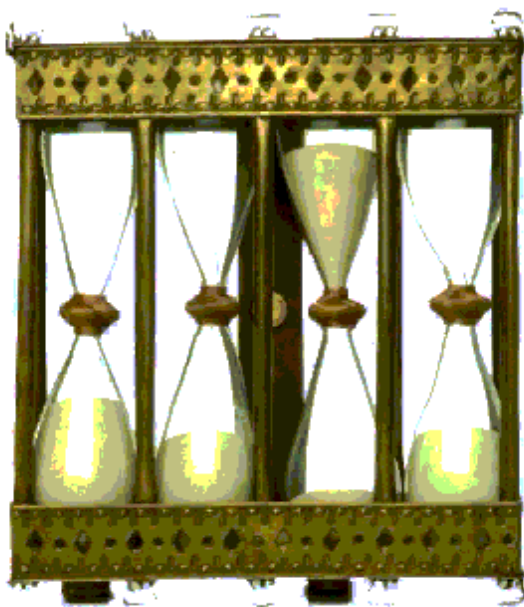


Reloj atómico

Algunos relojes atómicos sólo se retrasan o adelantan un segundo cada 200.000 años.

El reloj de arena

Dispositivo de origen antiguo para medir el paso del tiempo, formado por dos cavidades transparentes de boca estrecha situadas una frente a otra y unidas por sus extremos abiertos. Una de las cavidades contiene una sustancia granular o líquida, generalmente arena. Al girar el instrumento, la sustancia empieza a fluir de una cavidad a otra. Los relojes de arena pueden medir periodos de una o varias horas o de pocos minutos.



Dorling Kindersley

Reloj de arena

En el pasado se empleaban relojes de arena decorados como éste, para marcar el paso de las horas y los minutos. Al dar la vuelta al reloj la arena pasa por su estrecho agujero central en un periodo de tiempo aproximadamente constante. Modificando la cantidad de arena o el tamaño del agujero, los relojes de arena pueden medir prácticamente cualquier periodo de tiempo.

Reloj de sol

Instrumento de medida del tiempo que se basa en la situación sobre un plano de la sombra producida por un marcador expuesto a la luz solar. Un reloj de sol se compone de dos partes: el nomon y la superficie de lectura. El nomon es el dispositivo que produce la sombra; por lo general es una pieza paralela al eje de la Tierra, que apunta al polo celeste. La superficie de lectura está marcada con las horas del día. Cada reloj de sol está diseñado para una latitud concreta. Para calcular la hora oficial a partir de la hora solar se emplean tablas, porque la hora solar es irregular al variar la velocidad aparente del Sol a lo largo del año. Los relojes de sol se utilizaban para averiguar la hora del día antes de que los relojes se generalizaran en el siglo XVIII.



El reloj fue un invento necesario para medir el tiempo. Pero muchos de los realizados a través del tiempo tuvieron una finalidad de adorno, de joya, de obra artesanal, de elemento que exigían las costumbres, de trabajo de orfebrería, de valioso regalo y más.

En 1542 le regalaron a Guidobaldo della Rovere un reloj de campana encastrado en el pomo de un bastón.

Enrique VIII de Inglaterra usaba un reloj muy pequeño al que se le daba cuerda cada ocho días.

En 1755, Beaumarchais inventó para la Marquesa de Pompadour, un reloj de bolsillo sin llave y que –con la uña– se hacía girar un anillo montado sobre el cuadrante.

En la Francia de los Valois se fabricaban relojes de bolsillo con formas de almendras o bellotas.



Una clepsidra de un tamaño considerable se halla en la Galería del Claridge en los Campos Elíseos.

En 1933, Cartier creó en 1933 un reloj impermeable (aunque ya Rolex había sacado un modelo en 1926) para el Bajá de Marruecos en metales preciosos. En 1985 hace una fabricación limitada en oro 18 quilates, corona de zafiro, y es impermeable hasta los 100 metros de profundidad.

El primer cuadrante solar, según algunos investigadores, fue inventado en el Siglo VI antes de Cristo, por el griego Anaximandro de Mileto.

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.

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 dinamo pequeña que produce la energía que el reloj consume.

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.

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**.

Los Primeros Relojes

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 Jerusalem en el siglo VIII antes de Cristo.

A los gnomones le siguieron los **meridianos**. 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 lo considerado 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 de

utilizó una candela que contenía bolitas de metal, que caían a medida que la cera se iba derritiendo.

También fue utilizada desde la antigüedad la **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.

A este 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 construídas con adornos y anexos, como una enviada por el califa Harún Al-Raschid a Carlomagno. Era de cobre con incrustaciones en 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 salían la cantidad de caballeros armados (de acuerdo con la "hora" señalada) que hacían varios movimientos.

Los **relojes de arena** no se diferenciaron demasiado de las clepsidras, salvo en la utilización de arena como elemento a deslizarse.

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.

IES SERRALLARGA

ÀREA DE SOCIALS 4t B 10/06/2002
