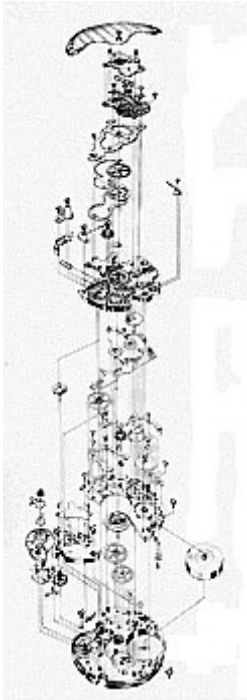


RELOJ



Mecánica:

ciencia que estudia las fuerzas sobre los cuerpos y los movimientos que producen. Estudio de las máquinas (construcción y funcionamiento)

Los relojes desde este punto de vista son *máquinas* que marcan el transcurrir del tiempo. Acotar el terreno nunca es fácil, establecer límites en el tiempo, decir cual es el comienzo y el final, es complicado. Nadie ha conseguido establecer los orígenes del reloj mecánico o la fecha exacta de su invención, o su inventor, a veces ocurre que apoyándose en unas bases sean varios quienes lleguen a idénticas conclusiones.

En el 80 a.C. los griegos ya habían creado instrumentos astronómicos que funcionaban con engranajes. Probablemente el primer reloj mecánico fue creado a partir de una clepsidra en China, se llamaba "la Máquina Celeste", datado en el siglo XI (la clepsidra activaba un conjunto de engranajes que activaban diversos mecanismos (bolas, autómatas) etc. también hacía mediciones astronómicas, pero sólo hay documentos escritos que dicen que existió, ningún resto de ella.

Los relojes sabemos seguro que existían en Europa a finales del siglo XIII. Por supuesto no se conserva ninguno, se sabe que existieron por documentos escritos.

En España, en un inventario de la catedral de Toledo realizado en la segunda mitad del siglo XIII aparece citado un "orologio desbaratado". Por la misma época se supone que un tal **Guillem de Bellester** construyó el reloj de una iglesia de Vic.

La palabra *horologium* designa el reloj de rodamiento, que en la Edad Media englobaba toda clase de instrumentos para medir el tiempo.

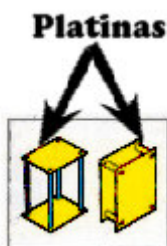
El escape es lo que diferencia al reloj mecánico de todos los demás mecanismos utilizados hasta entonces, es la gran innovación. Controla el movimiento del balancín y regula el ritmo del avance del reloj, llega la precisión.

Todos los relojes mecánicos constan de tres elementos cualesquiera que sean sus formas, y de otros dos que pueden ser prescindibles, contenidos y sostenidos en el **armazón**:

Como base tienen un mecanismo consistente en un rodaje de engranajes (**rodamiento**) accionado por un peso o muelle (**fuerza motriz**), cuya velocidad de rotación se controla mediante un regulador (**escape**).

Generalmente el mecanismo va provisto de una esfera que señala las fracciones de tiempo a medir (cuadrante) y con frecuencia hay mecanismos complementarios que dan las horas por medio de una campana, un gong, música... (dispositivo de sonería)

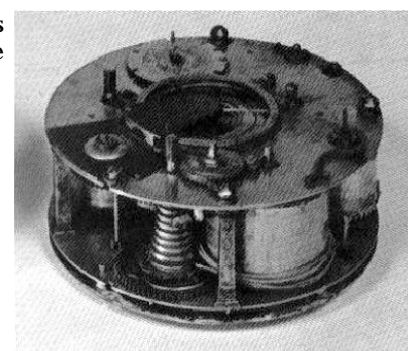
ARMAZÓN: Es el conjunto de elementos, unidos entre sí que encierran y sostienen la máquina del reloj. También se llama jaula en algunos tipos de relojes.



El armazón más antiguo es el de pilares, hecho de hierro hasta el siglo XVII.

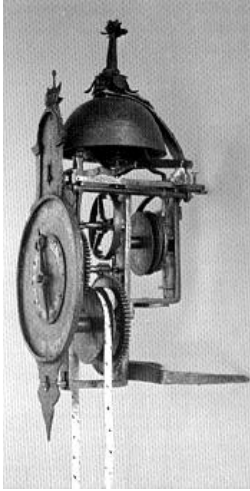
Los elementos horizontales son platinas o barras de metal, y están unidos en los ángulos por pilares (verticales). Entre las platinas u otros elementos de construcción se insertan las barras que soportan los ejes de las ruedas.

Posteriormente las platinas tienden a ser de latón y están sujetas por pilares también de latón, pero las ruedas giran directamente apoyadas en las platinas.



FUERZA MOTRIZ: Es el elemento que le proporciona al reloj el impulso para que funcione todo el resto del mecanismo.

- **Peso:** Desde los orígenes del reloj mecánico y hasta nuestros días, la fuerza de la energía motriz la produce un peso que hace girar la primera rueda. Pero es evidente que este peso colgado, debe mantenerse en una posición definida, para que la gravedad cumpla su función.

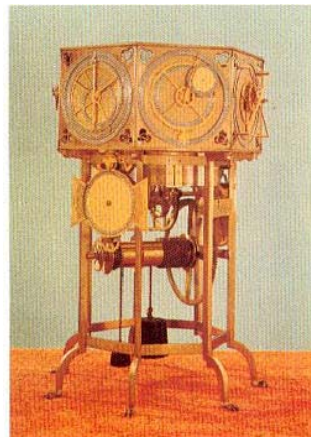


Existen infinitud de sistemas:

Una pesa fijada en el extremo de una cuerda o una cadena que pasa por una polea dentada, del otro extremo de la cuerda cuelga un contrapeso, de esta forma para darle cuerda al reloj lo único que hay que hacer es tirar del contrapeso para hacer subir la pesa de nuevo (también puede existir sin contrapeso, con un mecanismo de bloqueo que evite la bajada del peso).

De otra forma, se enrolla toda la cuerda o cadena sobre el eje de una rueda móvil por del extremo de la cuerda se cuelga la pesa. Para darle cuerda hay que hacer girar esa rueda en el sentido contrario al movimiento de esta.

También se puede suspender el peso sobre una polea que tiene el resto de la cuerda enrollada en la rueda móvil superior.

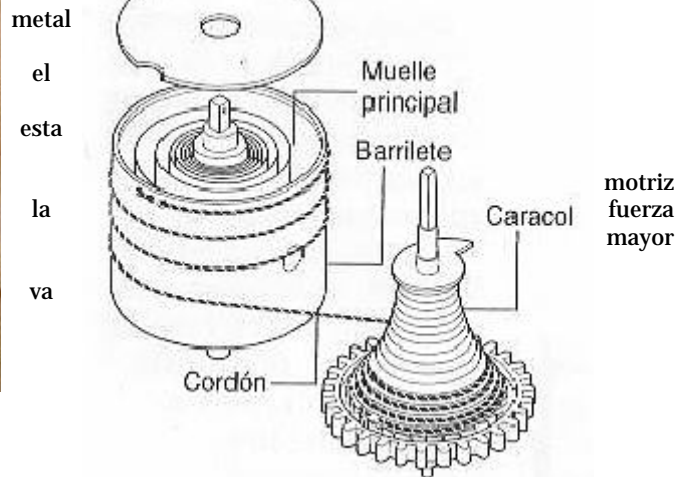


- **Muelle:** La invención tenido una importancia pared o de la torre. su caracol.

El muelle es un resorte helicoidal, una tira de enrollada en forma de espiral en un barrilete, muelle tiende a descompactarse, y es presión la que se convierte en energía mediante un eje. Pero varía, siendo mucho cuando el muelle está totalmente enrollado, y perdiendo presión a medida que se desenrolla. Por eso es imprescindible, el caracol.



del muelle como fuerza motriz, en el siglo XV, ha extraordinaria, de pronto los relojes se liberaron de la Bourgogne fue el inventor del muelle real, junto con

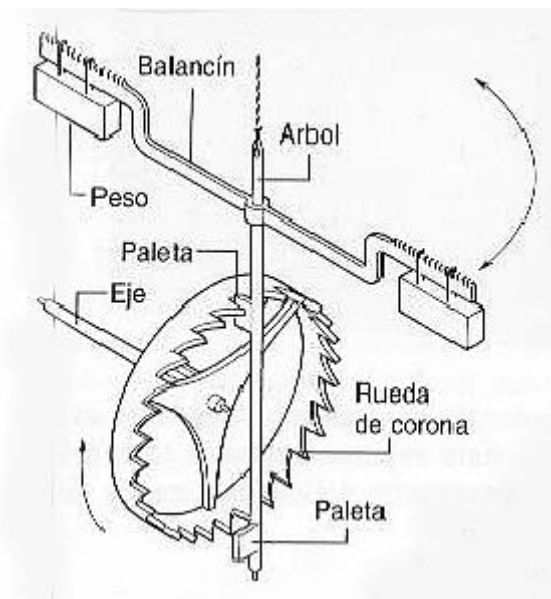


El barrilete donde se aloja el muelle está unido al caracol por un cordón (tripa) o cadena (más tarde), cuando el muelle principal está enteramente tensado, el cordón tira del extremo estrecho del caracol. A medida que marcha el reloj y "se gasta la cuerda" (se destensa el muelle) el cordón va regresando del caracol al barrilete. Para compensar la relajación de la tensión del muelle principal, la espiral que describe el cordón sobre el caracol va aumentando de diámetro. Por lo tanto se consigue que la fuerza entregada a los engranajes del reloj permanezca constante a pesar de cambiar la tensión del muelle principal.



ESCAPE Y REGULADOR: Son dos partes que dependen la una de la otra. Mantienen constante el ritmo del reloj (impide que la velocidad disminuya o aumente). Es el mecanismo esencial de control en todos los tipos de relojes mecánicos.

-El escape de paleta y balancín: Fue inventado en Italia entre los siglos XIII y XIV, no se sabe por quien. Se le llama escape de paleta y balancín o escape de rueda catalina y *foliot*.



El mecanismo del escape está formado por:

- una rueda de escape (de paleta, de corona o catalina, da lo mismo)
- y un regulador de ésta (el balancín o *foliot*).

La rueda catalina con dientes de sierra (paletas) está movida por un tren de engranajes accionado por el peso (no confundir con el peso dibujado en la figura. Se trata del peso que acciona el reloj, la fuerza motriz), la rotación de la corona se ve obstruida por dos paletas situadas en un eje vertical (el árbol), que tiene en la parte superior un balancín o *foliot* (el regulador).

Cuando la paleta superior detiene el giro de la corona (produciendo un "tic") el diente trabado de la rueda empuja progresivamente la paleta hasta que queda libre y escapa. Al liberarse la paleta superior

ha hecho girar el árbol, y es entonces cuando la paleta inferior frena la rueda al trabarse con otro diente (que hace un "tac"), igual que el otro, este diente empuja la paleta que hace girar el árbol de modo que vuelve a encontrarse en la misma posición que al comenzar al explicación. Este "tic-tac" que dura hasta que se acaba la cuerda, es el ritmo del reloj y su velocidad.

El escape de rueda catalina o de paleta (con o sin el árbol, el regulador se substituyó por otros) ha sido el escape más utilizado durante toda la historia de la relojería, aunque se crearon nuevos escapes el de rueda catalina fue de uso general hasta el siglo XIX e incluso en éste.

- **El Péndulo:** El péndulo, regulador que substituyó al balancín. A mediados del siglo XVII el descubrimiento del péndulo supuso un gran avance en la medición del tiempo, sin lugar a dudas su inventor fue **Christian Huygens** matemático suizo, heredero intelectual del físico y astrónomo **Galileo Galilei** que descubrió que la longitud del péndulo, y no la amplitud del balanceo es lo que determina la duración del movimiento, Galileo a se vez se basó en los estudios de Leonardo da Vinci que observando el movimiento de una lámpara en una iglesia, se dio cuenta de que el balanceo duraba siempre el mismo tiempo, tanto si el impulso era muy grande como si no.

Christian Huygens decidió aplicar estas teorías, y con la ayuda del relojero holandés **Salomón Coster**, basándose en los bocetos del reloj de péndulo que había ideado Galileo, construyó en las Navidades de 1656 el primer reloj de péndulo. Huygens había creado uno de los inventos más importantes de la historia de la relojería.

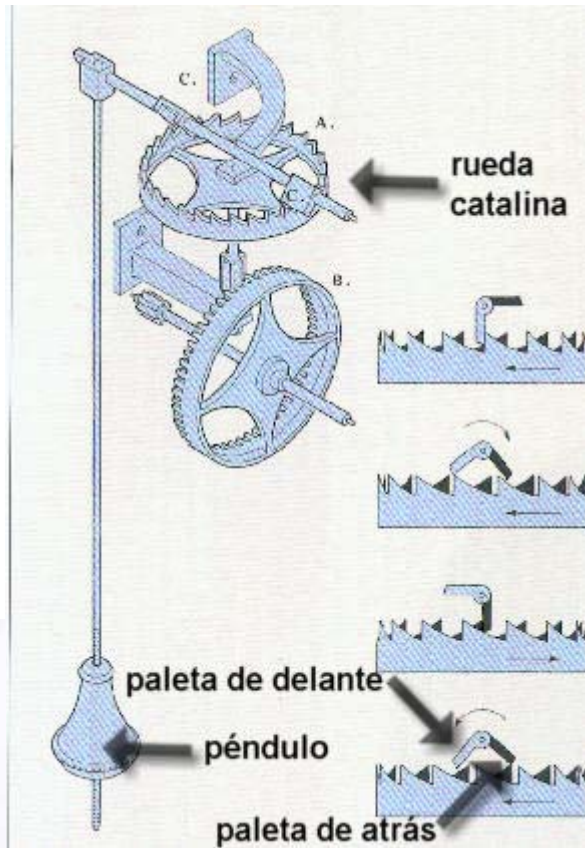
Hacia el 1666 franceses e ingleses hacían sus propias versiones de esta nueva maquinaria, producida en un principio en la Haya.

El nuevo regulador, tenía que "regular" a una rueda de escape que continuó invariable, la rueda catalina, con pequeñas modificaciones.

Con el árbol el impulso venía dado sólo por el peso, y el árbol mantenía el ritmo, de manera bastante imprecisa, los relojes solían atrasar alrededor de media hora diaria. Con el péndulo, el impulso viene dado indudablemente también por el peso, pero el péndulo tiene ya de por sí un ritmo, así que el trabarse y destrabarse de las paletas, sucederá con una precisión mucho mayor.

Las variaciones se redujeron a un minuto por semana (aproximadamente).

Se crearon otros escapes, para diferentes tipos de relojes, que aportaron cada vez mayor y mayor precisión.



-El escape de áncora: Apareció hacia el 1670, invento de **William Clement**, relojero londinense, que se inspiró en los estudios de **Robert Hook** (biólogo, astrónomo...) Es un dispositivo que en la forma se asemeja al ancla (o áncora) de un buque.

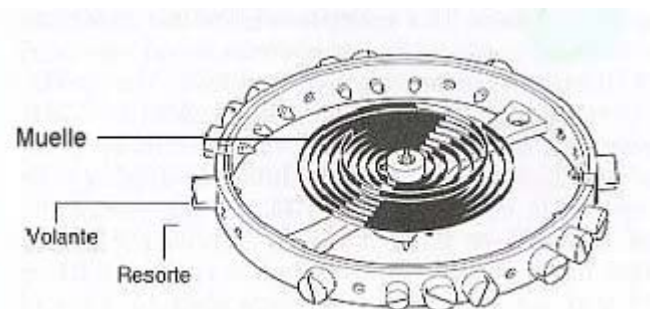
El vaivén del péndulo, mece el áncora de tal manera que trava y después destraba cada uno de los dientes de la rueda de escape, lo que a su vez permite que la rueda gire un ángulo preciso, a diferencia del escape de paleta utilizado en los primeros relojes de péndulo, el escape de áncora deja que el péndulo recorra un

arco determinado, más pequeño. (péndulo)



Esta invención permitió el empleo de un péndulo más largo (péndulo real), que bate segundos, porque el arco recorrido por el péndulo es más pequeño. Se creó un nuevo diseño de relojes: los relojes de pared o caja larga (con péndulo real) que comenzó a imponerse entre los estilos ingleses.

-El volante con muelle en espiral: En 1675 **Huygens** se anotó otro hallazgo muy importante, el volante con muelle en espiral. Es un regulador. El volante es un disco finamente equilibrado, que gira primero en un sentido y después en el otro, repitiendo el ciclo una y otra vez, impulsado por el muelle que tiene en el centro. Tiene una rueda de escape que mantiene (muelle) también el ritmo, se adaptó la de áncora.



(Este es moderno. Con tornillos giratorios para

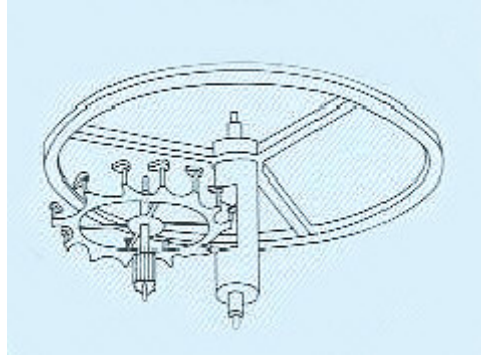
lograr un excelente equilibrio)

Así como la gravedad controla el balanceo oscilante del péndulo, este muelle (que no es el motriz) regula la oscilación giratoria de una rueda volante (parece levitar, volar). La creación de este regulador supuso la invención de los relojes portátiles. Si utilizamos en un reloj: el muelle motriz y su caracol (no son necesarias las pesas), el volante (no es necesario el péndulo), conseguimos un reloj que se puede transportar sin temor alguno.

La imprecisión de los relojes con este mecanismo era sólo de un minuto diario.

-Escape de cilindro: Es el escape más utilizado con los volantes. Transmite al volante los impulsos en ambas direcciones. Fue inventado por **George Graham** alrededor de 1726 (para relojes de bolsillo o portátiles provistos de volante), se puso en lugar del escape de áncora.

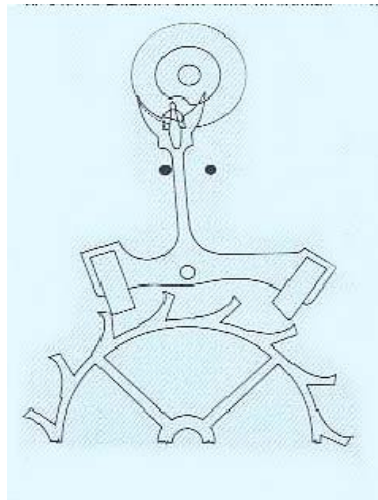
Un cilindro, que substituye al eje del volante, tiene una muesca que permite que los dientes de la cabeza triangular de una rueda de escape muy especial puedan imprimirle un movimiento rotatorio alternativo, al actuar sobre las paredes cóncavas o convexas del mismo, engendrando el movimiento mientras se deslizan por los bordes del cilindro.



Pero no debe confundirse el volante del escape de cilindro (escape) con el volante con muelle en espiral (regulador), ya que el escape y el regulador se complementan e impulsan mutuamente, manteniendo el ritmo del reloj, los dos volantes están en el reloj, el uno no es una evolución del otro.

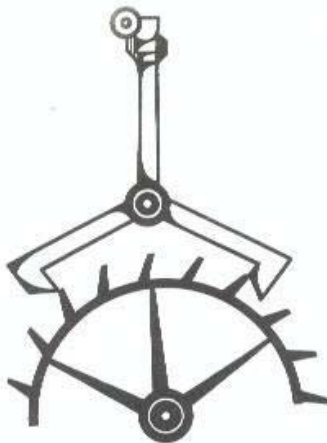
El escape de cilindro (con volante) es una evolución del escape de áncora.

-Escape libre de áncora: Es una adaptación del escape de áncora. Fue ideado por el inglés **Thomas Mudge**, en un principio no fue muy popular y se debe a los relojeros suizos su perfeccionamiento y posterior desarrollo a mediados del siglo XIX. Esto es el eje del volante (que no está dibujado)



El impulso recibido de la rueda de escape se transmite mediante el extremo opuesto del áncora, que tiene forma de horquilla, al volante. La horquilla y su dardo actúan sobre las piezas colocadas en el eje del volante (platillo con muesca y clavija) que transmiten el impulso de la rueda de escape dejando libre al volante en sus oscilaciones.

-Escape de ancla en reposo: El escape de ancla fue perfeccionado para evitar el retroceso, por **George Graham** y **Thomas Tompion** en Inglaterra en el siglo XVIII.



Tanto para relojes cuyo regulador fuera el péndulo, (relojes mayoritariamente de pared), como para relojes cuyo regulador fuera el volante con muelle en espiral (relojes portátiles, de pulsera), en estos últimos la pieza se llama escape libre de áncora en reposo.

Los dientes del ancla tienen una muesca, que hace que tengan un extremo muy puntiagudo. El ancla es simétrica en forma de semicírculo o lo que es lo mismo cuarto de círculo.

Así la rueda, no retrocede, sólo se frena y avanza. El dibujo es de un escape de ancla libre en reposo, porque en la parte superior del ancla tiene un círculo que es lo que gira en las muescas del eje del volante.

El escape de ancla en reposo, fue utilizado sobre todo para los relojes de precisión. Actualmente casi todos los relojes mecánicos están

dotados del escape libre de áncora, con o sin retroceso.

RODAMIENTO: Son todo el conjunto de engranajes (ruedas, piñones, ejes...) que transmiten el movimiento. Deben distinguirse dos mecanismos si un reloj lleva sonería, porque el mecanismo que da la marcha al reloj, es casi independiente del mecanismo de la sonería, sólo están en contacto porque las campanadas deben darse a la vez que las horas.

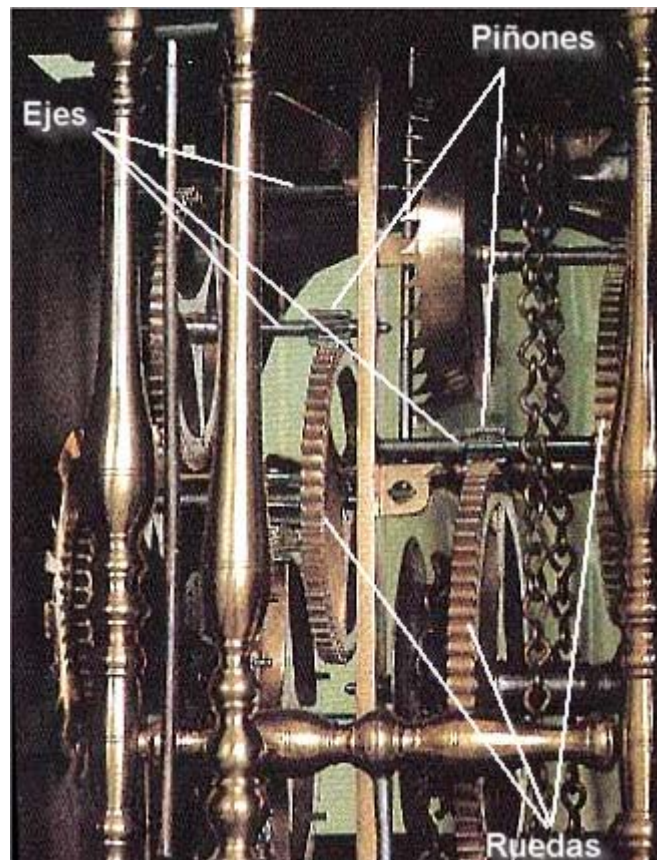
En los relojes medievales el rodamiento de un reloj de sonería se componía de siete ruedas: dos ruedas móviles transmitían la fuerza motriz y el movimiento a los órganos siguientes, una pequeña rueda daba el movimiento a un elemento móvil del sistema de fijación (la esfera) y cuatro ruedas accionaban el sistema de sonería. Por lo tanto si el reloj no tenía sonería, se componía de tan sólo tres ruedas, y sus correspondientes piñones.

El principio medieval del rodamiento a tres ruedas se modificó con el transcurso del tiempo, y se fueron añadiendo ruedas, sobre todo en el caso de relojes muy perfeccionados, provistos de dispositivos de medidas del tiempo diferentes, astronómicos por ejemplo, o en el caso de los relojes con autómatas, en que debía haber un mecanismo auxiliar encargado del movimiento de estos, también relacionado con el rodamiento principal del reloj como ocurre con el de sonería, que debía activarse al ser la hora.

Se adoptó más tarde, a partir del siglo XVII el sistema de cinco ruedas: una rueda móvil acoplada al cilindro del órgano motor, por mediación de una rueda dentada (muelle y caracol), la rueda de escape y dos ruedas conectadas al sistema de fijación (la esfera) indicaban los minutos y los segundos.

El movimiento se transmitía (de una rueda a otra) gracias a los piñones situados en los ejes.

A partir del entonces, se incrementó el número de ruedas para aumentar la precisión y los relojes evolucionaron de formas muy diversas según los lugares, y fueron añadiendo poco a poco los diferentes descubrimientos que se iban haciendo, de forma muy cambiante el número de ruedas y elementos que componen el mecanismo se iban sucediendo.



(CUADRANTE): Es la esfera del reloj, que de modos muy diversos nos indica visualmente el paso del tiempo.

Los cuadrantes de los primeros relojes de rodamiento, del siglo XIV tenían una forma muy característica. Se trataba de un disco blanco que giraba bajo una aguja fija.

En un principio los relojes sólo tenían una aguja, una única manecilla, que indicaba la hora, su precisión dejaba mucho que desear.

Se ha tendido de forma creciente a evitar la numeración sustituyéndola por signos o pequeñas astas que mejoran la simetría de la esfera. Se distinguen tres tipos de indicaciones en las esferas: aquellas que tienen símbolos imágenes, o simplemente líneas. Las que tienen números. Y las que carecen de indicaciones o referencias y únicamente son las agujas las que indican el lugar en el que iría emplazado el número, estas bastante vistas últimamente.

Tradicionalmente se usaban los números romanos para señalar las horas y los cuartos de horas, mientras que nuestra moderna numeración de caracteres árabes servía para señalar los minutos (si se habían previsto), la fecha, las fases lunares y la mayor parte de las informaciones astronómicas y del calendario.

Los números árabes se encontraban, normalmente, en las esferas provistas de despertador.

Los días de la semana estaban representados a menudo por las divinidades de las que tomaban el nombre, o por su símbolo. Del mismo modo, los meses también estaban representados, frecuentemente, por sus signos zodiacales. Y los relojes no tenían una esfera sino varias, con las diversas indicaciones.

A partir de 1680, se proveyeron a las esferas de agujas minuterías, concéntricas a las manecillas de las horas. Y conforme fue avanzando la precisión se fueron introduciendo las segunderías.

Por supuesto en los relojes fabricados en otros países o que iban a ser exportados, se utilizaban otros métodos, como los números islámicos, o símbolos chinos y japoneses.

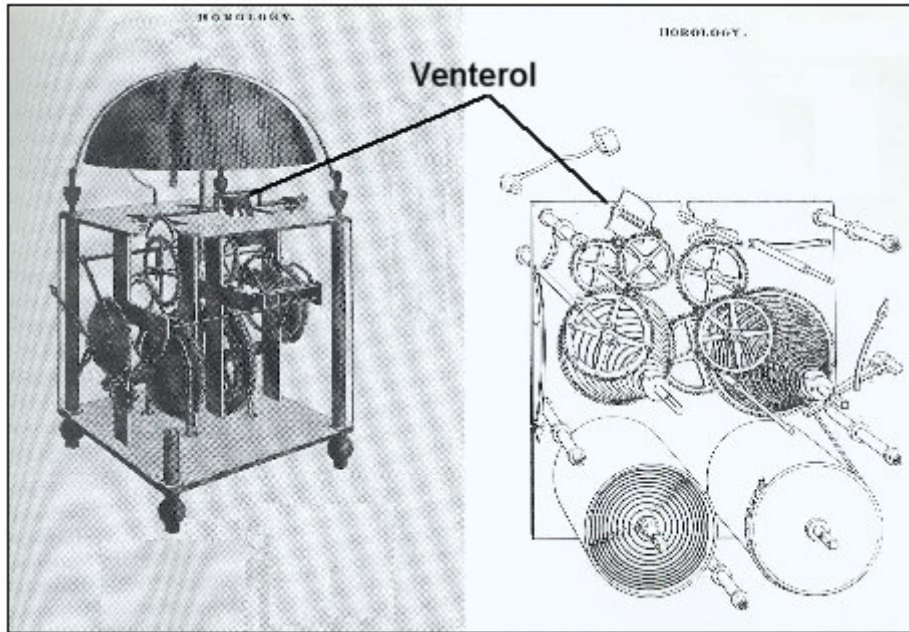
CAJA: Los relojes van contenidos en cajas que protegen sus mecanismos. Junto con las esferas son elementos, que aunque funcionales, desempeñan sobretodo una función decorativa. Llevando la huella artística de su creador, o creadores y reflejando también las corrientes de la época. En los relojes de bolsillo las cajas son metálicas (oro, plata latón...), y en los de pared suelen ser de madera.

(DISPOSITIVO DE SONERÍA): Mecanismo que produce sonidos que avisan del paso del tiempo. Como ya he dicho, el rodaje de la sonería es distinto del rodamiento del reloj, si bien están conectados. Casi todos los relojes mecánicos están contruidos de modo que una rueda da una vuelta completa cada hora: es fácil, pues, situar una clavija en tal rueda para lanzar una palanca que, a su vez, suelte el mecanismo de la sonería y la ponga en funcionamiento, haciendo que un martillo golpee una campana.

El sistema más sencillo era el utilizado en el siglo XVI. Esta formado por un rodamiento y pesas autónomas, diferente al principal. La clavija situada en la rueda de las horas levantaba una palanca que golpeaba un martillo, una vez cada hora. Pero este sistema fue modificado para hacer corresponder el número de golpes a la hora anunciada.

En todos estos sistemas de sonería la velocidad del rodaje debe estar controlada del mismo modo que el rodaje del reloj, de lo contrario seguiría acelerándose y la campanada final no se distinguiría de las otras. En otras palabras, la sonería necesita un regulador. Inicialmente, los relojeros tendían a servirse de un escape, tal como suelen hacer para el rodaje del reloj, pero luego se dieron cuenta de que los venteroles eran también eficaces, ya que no era realmente importante que la distancia entre las campanadas fuera exactamente igual.

Y sobre todo los venterotes eran más silenciosos que los escapes (tic-tac).



Es como una especie de ventilador, que gira muy deprisa, gastando parte de la fuerza motriz que iba dirigida a la sonería de modo que esta no se acelera tanto. A partir de 1550, no es frecuente encontrar un rodaje de sonería controlado por un escape, aunque nunca faltan las excepciones.

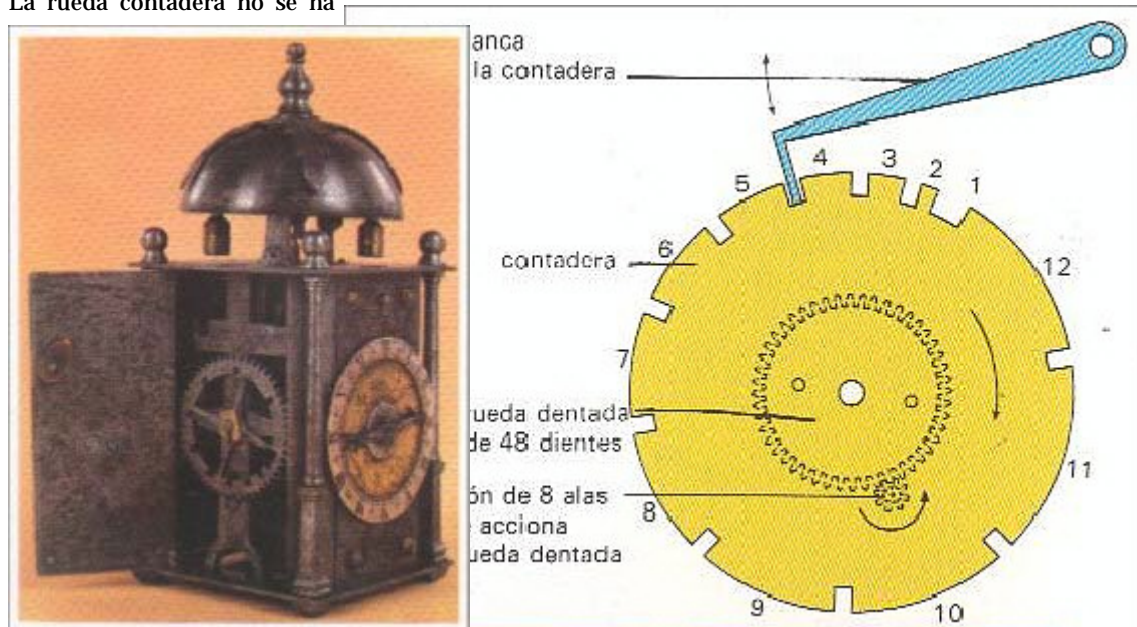
-Rueda contadera: Es el sistema más común que se mantiene hasta nuestros días.

Consiste en un disco con unas muescas o entallas incisas en su borde, progresivamente separadas en proporción al número de campanadas. Un reloj con sonería basado en el sistema usual de las 12 horas, nos da un total de 78 campanadas que hay que tocar en espacio de 12 horas. Cuando la contadera gira lentamente mientras el reloj suena, una palanca controla su avance; esta palanca de control permite al mecanismo tocar hasta que la palanca se traba en una hendidura, provocando la parada de la sonería hasta la hora siguiente.

La rueda contadera puede servir también para programar tanto las horas como los cuartos y en algunos relojes italianos, los Carillones, está dispuesta de forma que pueda poner en funcionamiento dos o más martillos a fin de poder distinguir las horas de los cuartos, por la diversidad de tonos.

Este tipo de sonería tenía defectos, uno de ellos era que por esa pequeña imprecisión del venterol, podía haber alguna vez un desplazamiento entre el número de golpes y la hora que marcaba la aguja, se podía remediar corrigiendo la aguja sobre el cuadrante de un reloj de interior, pero era bastante más complicado en los relojes de torre.

La rueda contadera no se ha



abandonado nunca y todavía puede encontrarse en los relojes de torre y en los domésticos que tocan los cuartos.

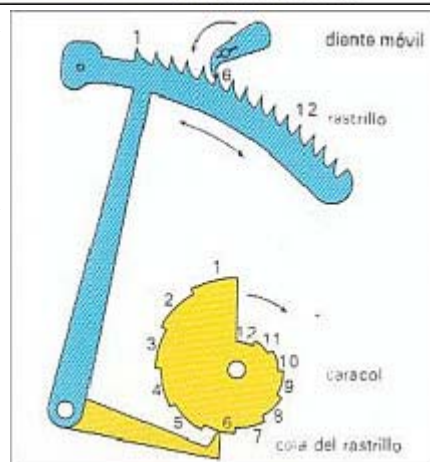
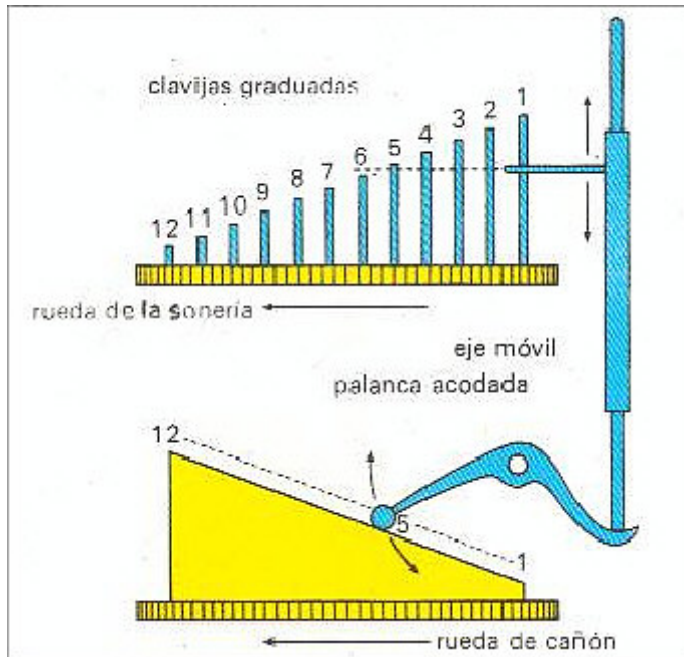
- Surrerwek: Este término alemán no es fácil de traducir = Sonería de tubos de órgano. La mayor parte de los relojes, que tienen este sistema datan de la segunda mitad del siglo XVIII, y son italianos o del sur de Alemania.

La rueda de cañón o de las horas que da una vuelta cada doce horas, va provista de una leva que controla la posición de la cola de martillo respecto a la serie de clavijas graduadas (se asemejan a los tubos de un órgano, de ahí el nombre) que van fijadas en la rueda de sonería.

Cuanto más abajo esté la cola del martillo, tanto mayor será el número de clavijas capaces de accionar.

-El rastrillo o serreta y caracol: Es el tercero y más eficaz sistema de sonería. Este invento fue siempre atribuido a **Edward Barlow** en 1676, aunque ahora, parece ser que dicho mecanismo ya era utilizado en Holanda con anterioridad. También se reivindica que este descubrimiento fue obra de **Daniel Quare**, un relojero londinense.

El caracol, está montado sobre la rueda de cañón, de modo que el número de campanadas coincida siempre y sin falta con la hora indicada. Esta leva en forma de caracol, tiene doce entallas graduadas. El rastrillo o serreta va provisto de una palanca con uña que se introduce en la entalla adecuada antes de cada hora. Con ello se establece el número de dientes de rastrillo que serán arrastrados por un pequeño diente móvil. Cada diente de rastrillo corresponde a un golpe de martillo.



Poco a poco, las máquinas

realizaban solas el trabajo sólo había que inventarlas, y se iban substituyendo las acciones humanas por mecanismos, ya no era necesario que alguien tocara las campanas, o que hiciera cálculos para conseguir la distancia lunar y así la hora, aunque la máquina del reloj, tenía un funcionamiento desconocido (para la mayoría) hacía un trabajo que antes debían realizar los humanos.