Mecanisme de rellotge

Autor:
Data de publicació: 08-08-2023

A clockwork mechanism is the fundamental organ or element of a watchmaking instrument (clock, pendulum, watch, etc.). Its main function is to "tell the time".
This mechanism is the result of a mechanical assembly of parts, some of which may have a movement in relation to the others. Referred to as the primary mechanism, it then includes other more elementary mechanisms, of lower levels, such as the driving element, the gear train, the escapement, etc

Per a altres noms, vegeu Mecanisme (desambiguació).

El saber fer de la rellotgeria mecànica *

Inventari del patrimoni cultural
immaterial de França

Mecanisme d'un rellotge de construcció datat el 1500, modificat amb un pèndol recuperat després de l'any 1670.

Domini
Coneixements

Ubicació de l'inventari
França

* Descripció oficial Ministeri de Cultura (França)

modificar

Un mecanisme de rellotgeria és l'òrgan o element fonamental d'un instrument de rellotgeria (rellotge, pèndol, rellotge, etc.). La seva funció principal és "dir l'hora".
Aquest mecanisme és el resultat d'un muntatge mecànic de peces, algunes de les quals poden tenir un moviment en relació amb les altres. Anomenat mecanisme primari, inclou altres mecanismes més elementals, de nivells inferiors, com l'element motriu, el tren d'engranatges, l'escapament, etc.

És el progrés dels diversos mecanismes de rellotgeria el que ha permès l'evolució de la ciència rellotgera. Aquesta pràctica està inclosa a l'inventari del patrimoni cultural immaterial de França des del 2018.

Resum

Creació d'un instrument de rellotgeria

Els primers rellotges veritablement mecànics daten de finals del segle xiii. A partir d'aquest moment, el primer delsN 1 del rellotge és "dir l'hora":

o per un senyal audible: toc de campanes per exemple, especialment en els primers rellotges "cecs" sense esferes;
ja sigui per una indicació visual: mà(s) i esfera;
o combinant els dos tipus d'informació.

Per aconseguir aquesta funció de servei, "dir l'hora", l'estructura bàsica del rellotge romandrà més o menys la mateixa durant segles.

Una breu anàlisi tècnica de l'instrument permet visualitzar-ne la disposició i determinar el vocabulari de referència utilitzatN 2.

Anàlisi del mecanisme d'un rellotge foliot del segle XV: Organigrama tècnic.

Els components bàsics del mecanisme que corresponen a una funció tècnica inclouen:

Moviment: dispositiu que reuneix tots els mecanismes elementals assegurant el moviment regular de sortida per donar el temps desitjatN 3tampoc:

El motor: dispositiu que transforma l'energia emmagatzemada d'un pes o molla en un moviment "no uniforme" necessari per al sistema.
Engranatges: conjunt d'engranatges que transmeten el parell motor i el moviment del component motor als altres elements del sistema. Es pot distingir entre:

el tren d'engranatges horaris, que transmet el moviment a la fugida, ajudant a regular el moviment transmès a les mans indicadores;
Altres engranatges: engranatges de repicada, engranatges de complicació, etc.

L'oscil·lador (anomenat regulador a la imatge superior): conjunt que transforma el moviment "no uniforme" donat pel motor en un moviment anomenat "regular" del sistema. Inclou:

l'escapament consistent en una roda determinada, la roda d'escapament, arrencant i aturant alternativament un element adequat (vareta o àncora) que està unit a l'oscil·lador;
el ressonador (anomenat oscil·lador a la imatge superior), una mena de volant d'inèrcia acoblat a un ressort, assegura la regularitat i periodicitat del moviment alternatiu de la fugida;

La gàbia (o marc): rep i connecta els diferents elements que conformen el moviment. En aquest marc també s'empelten:
l'esfera davant de la qual les mans mostraran l'hora;
un possible mecanisme cridaner que és més o menys complex en funció del senyal sonor esperatN 4.

Els elements principals es discutiran en l'ordre en què es presenten, seguint la seva evolució de manera succinta.

El motor

Els primers rellotges van ser pesats. Conegut des de l'antiguitat, aquest tipus de motor es va utilitzar a l'edat mitjana en els mecanismes per colpejar els rellotges d'aigua. Es compon principalment d'un pes unit a una corda enrotllada sobre un tambor lligat a l'engranatge.

La funció d'aquest motor és emmagatzemar energia potencial quan s'enrotlla el pes i després alliberar-la durant el seu descens en forma d'energia cinètica: el parell motor creat transmetrà la seva força motriu al tren d'engranatges.

Rellotge de pes

Pes

Originàriament està fet de pedra, un material econòmic que es pot treballar fàcilment. La seva densitat és d'uns 2.500 kg/m3. Utilitzat durant diversos segles, especialment en rellotges de construcció, va ser substituït, en rellotges miniaturitzats com rellotges de paret, rellotges de pes, comtoises, per pesos fets de ferro colat, acer, plom, de vegades plata, les densitats eren molt més altes (de 3 a 4 vegades més) i per tant ocupaven menys espai.

Pesos de pedra molt antics.

Pes: un de pedra, l'altre de ferro colat.

Pesos de pedra de moviment; Pesos de campanes de ferro colat.

Pes del rellotge de parquet de ferro.

La corda

Originalment una corda simple que connectava el pes al tambor, va ser substituït al segle 19 per un cable d'acer. En rellotges miniaturitzats, els cordons, els cordons de budell i les cadenes seran més adequats1.

El tambor

Tambor i corda.

El cilindre es caracteritza pel seu diàmetre i longitud.

El diàmetre al voltant del qual s'enrotlla la corda ha de ser compatible amb la força que s'ha de transmetre a l'engranatge: en els primers rellotges de construcció, la fricció a superar era important, d'aquí pesos de diverses desenes o fins i tot centenars de quilograms2 enrotllat en tambors de gran diàmetre;
La longitud ha de permetre enrotllar la corda en una sola línia, de manera que els seus girs no se superposin, per tal d'obtenir una força motriu constant.

Despertador amb contrapès, groc: hores; Vermell: to de trucada.

El diàmetre i la longitud estan directament relacionats amb la freqüència de bobinat. Per exemple, si teniu un tambor de 30 cm de diàmetre que fa una volta per hora amb una corda de 3 cm de diàmetre i voleu rebobinar només una vegada cada 24 hores, la longitud del tambor ha de ser superior a 72 cm i la longitud de la corda ha de ser de 25 metres. Aquesta restricció de longitud de corda explica en part l'alta ubicació dels rellotges de construcció i el servei a temps complet d'un "governador de rellotge" responsable del bobinatge i el manteniment.

Per guanyar longitud en la carrera de línia, per descomptat, era possible augmentar la freqüència de bobinat o "utilitzar una politja que reduïa la trajectòria del pes a la meitat, però [de vegades] requeria la presència d'un segon pes"1 ; El pes del motor s'ha de duplicar per aconseguir el mateix efecte.
Al segle XX es va automatitzar l'enrotllament del pes. És el cas, per exemple, del rellotge astronòmic de Bourges, que es va automatitzar el 19943.

En els rellotges miniaturitzats de l'era moderna, com els Comtoises, els pesos motrius del moviment i el cridaner de vegades estan units als engranatges per politges ranurades i no per tambors. A continuació, el sistema imposa un contrapès per mantenir el cable a la ranura de la politja.

L'enrotllament dels pesos, sigui quina sigui la solució prevista per accionar el tren d'engranatges, requereix un petit mecanisme - sovint un trinquet - que permeti el moviment de l'òrgan motor en un sol sentit, el sentit de bobinatge. L'esforç de bobinat manual es transmet al sistema ja sigui a través d'un capstan unit al tambor en els primers rellotges o per una manovella. Per als pesos més lleugers, en els Comtoises, per exemple, una clau pot ser suficient; En el sistema de politges, l'acció de bobinat es realitzarà actuant sobre el contrapès.

Ferida a la mà.

Autobobinat.

Rellotges de molla
Fins i tot abans del segle xv va aparèixer la font principal, que va permetre la miniaturització del rellotge.
Aquest ressort s'enrotlla dins d'un estoig, el barril. Quan s'alliberi, transmetrà indirectament la força motriu al tren de canvis.

La primavera principal
Aquesta molla de tipus "espiral plana" es va fabricar originalment en acer endurit, temperat i blau, i més tard es va

convertir en acer tractat d'alta resistència del tipus cobalt (Co), crom (Cr) o níquel (Ni). Es calcula per a una freqüència mínima de bobinatge de 24 hores4,5.
En els seus primers usos, la força motriu generada no és constant, disminueix irregularment a mesura que avança el desarmament6. Per superar aquest inconvenient, s'utilitzarà un "fusée" unit al barril.

Font principal aïllada, "relaxada".

Molla de rellotge utilitzada sense canó.

El barril

En els rellotges moderns, el barril és una "roda formada per un disc dentat circular i una caixa cilíndrica tancada per una tapa. Gira lliurement sobre un eix i conté la molla principal, que està unida al canó per la seva bobina exterior, i a l'eix per la seva bobina interior. El canó s'enmalla amb el primer pinyó del tren d'engranatges del rellotge; Gira lentament i el seu angle de rotació per hora varia entre una novena i una sisena part d'una volta7. » ;

Molla motora en el seu barril.

Vista interior del mecanisme.

Vista exterior del canó del motor.

Barril en un mecanisme.

En els antics mecanismes de fusee utilitzats fins a principis del segle XIX, el canó era llis. El coet, una bobina cònica, va rebre una corda de budell -o, al segle xvii, una cadena d'acer- que s'enrotllava en una ranura helicoïdal a la seva perifèria. Aquesta corda envoltava el canó llis i el connectava al coet. "Gràcies a això, es va obtenir un parell motor més constant: l'estirada de la corda s'exercia sobre el diàmetre més petit del fusible al començament del desarmament, sobre el més gran quan la molla estava gairebé relaxada8. ». A mesura que la fabricació de molles millorava, es va prescindir d'aquest sistema de fusee i es va millorar encara més aturant-lo9, la constància de la transmissió de la força motriu limitant el viatge de la molla a la seva fase òptima de rebot.

Antic mecanisme de canó i fusee.

Mecanisme en situació.

Enllaç barril-fusible per cadena.

Mecanisme de coet complet.

Un altre mecanisme utilitzat abans de l'aparició del coet pels rellotgers alemanys és la pila10, que alenteix el moviment de la primavera. El seu desavantatge era el consum d'energia motriu en frenar11.

Apilat

Les femelles i els cargols
Els engranatges són trens d'engranatges que transmeten el parell motor i el moviment del component motor a altres

elements del mecanisme12.

Un engranatge consisteix en una roda i un pinyó muntats en diferents eixos; Si es munta una roda dentada i una roda al mateix eix, es pot anomenar mòbil.

Un engranatge clàssic amb dents rectes.

Un tren de dues marxes.

El primer és mòbil: roda i pinyó un al costat de l'altre.

Un segon mòbil: rodes i rodes dentades d'arbral.

Els engranatges es coneixen des de l'antiguitat. La famosa màquina d'Anticitera datada a l'any 87 aC en dóna testimoni; Els engranatges amb dents triangulars ja estaven integrats en aquest complex mecanisme, que fins i tot incloïa un engranatge diferencial13.
En rellotgeria, les dents de les rodes poden ser de diferents tipus; En els engranatges dels rellotges de construcció, el perfil va passar d'una forma triangular a altres més elaborades, determinades per assaig i error, després, als segles xvii i xviii, a perfils més científics: el perfil epicíclic i el perfil involut del cercle permetent la transmissió per rodaments, per tant sense lliscament i teòricament sense fricció14.

Perfil dental epicíclic.

Cada element del tren d'engranatges està fabricat amb materials específics:

La roda
La roda és l'element de major diàmetre. Originalment fets de ferro, després d'acer, aquests metalls sovint han estat substituïts per llautó o, millor, bronze, aliatges que són menys oxidables i tenen menys fricció.

La roda dentada
Aquesta és la designació de la roda de petit diàmetre en un engranatge. Gira més ràpid que la roda. A causa d'això, tendeix a desgastar-se més ràpidament. Per tant, les rodes dentades es fabricaven, la majoria de vegades, de ferro i després d'acer tractat per compensar aquest desgast. Hi ha una excepció a l'ús dels materials esmentats: els engranatges de fusta dels rellotges fabricats a la Selva Negra i, de vegades, a Espanya.

Un engranatge amb pinyó de fus, també conegut com a engranatge de llanterna.

En rellotgeria, les relacions de malla són importants: per exemple, entre l'hora i els segons de visualització hi ha una proporció a obtenir de 1/3600. Això implica la construcció de rodes dentades amb el menor nombre possible de dents (per a les dents de roda dentada, la professió també diu ales).

Una solució antiga era utilitzar els anomenats pinyons de llanterna o fus: en aquest tipus de pinyó, les dents se substitueixen per varetes cilíndriques anomenades fusos fixats entre dues brides. El nombre de fusos es pot reduir a unes poques unitats sense afectar la malla. Es recomana triar acer suau per als eixos, és una opció deliberada per al manteniment a un cost inferior: de fet, és preferible canviar aquest tipus de roda dentada que es desgastarà ràpidament en lloc de les rodes de gran diàmetre que les mallen14 ;
L'altra solució és utilitzar dents amb perfil epicíclic. Els engranatges involuts són incompatibles amb una alta relació de malla: el nombre mínim de dents d'un pinyó ha de ser de tretze, o millor divuit, per evitar interferències15.

Eixos
Els eixos, coneguts com a "eixos" per eixos de gran diàmetre en relació a la seva longitud, reben la roda dentada. Els materials utilitzats al llarg de les èpoques han passat del ferro als acers tractats per raons òbvies de resistència. Els seus extrems cilíndrics o en forma de pivot16 estan suportats per coixinets o coixinets integrats en l'estructura de la gàbia.

Engranatge d'hores, temporitzador
Els primers rellotges, amb un mecanisme senzill, només tenien un "engranatge d'hores".

Als extrems d'aquest engranatge hi havia:

D'una banda, l'última roda del tren: la roda de reunió o roda de corona. Aquesta roda en particular és l'enllaç funcional al sistema de regulació de moviment que es coneixerà aquí com el "regulador". Aquesta roda de reunió serà considerada posteriorment com un element de la funció tècnica "reguladora";
D'altra banda, a l'altre extrem del tren, l'element "indicador" es redueix a la seva expressió més simple, és a dir, una mà que es mou davant d'un dial.

En rellotges i rellotges més moderns, l'engranatge bàsic és l'"engranatge minut"; Transmet el moviment al temporitzador17, un tren d'engranatges secundari col·locat sota l'esfera, que comunica la rotació del pinyó minut a la mà de les hores.

Temporitzadors

Tren de marxa minut (en groc) i via minuta (en lila) per a les hores.

Simulació en el moviment.

Una altra configuració, vista en perspectiva.

Relació d'engranatges
En un tren d'una sola marxa, la relació de marxes18 és igual al producte del nombre de dents de les rodes motrius dividit pel nombre de rodes motrius.

=?Homes destacats?Dirigida

Amb:

i respectivament les velocitats angulars a l'entrada i sortida del tren d'engranatges;
?Homes destacats, el producte del nombre de dents de les rodes motrius;

Detall del minut de seguiment del rellotge de Huygens.

?Dirigit, el producte del nombre de dents de les rodes mogudes.

Exemple senzill
En la pista minúscula del rellotge de Huygens, represa per Bion (vegeu més amunt), que comunica la rotació del pinyó minut a la mà de les hores, tenim:

les rodes motrius: a i c amb Za = 30 i Zc = 6;
les rodes mogudes: b i d amb Zb = 30 i Zd = 72.

La relació d'engranatges és (30 x 6) / (30 x 72) o 1/12, cosa que correspon bé al fet que La mà de les hores fa una volta de l'esfera mentre que la mà minuta en fa dotze.

Altres engranatges
En el moviment poden intervenir altres engranatges, especialment en instruments de rellotgeria amb complicacions: rellotges, pèndols, rellotges on es mostren indicacions diferents d'hores, minuts i segons, com la data, el moviment diürn del Sol, les fases de la Lluna, el zodíac, etc.

Diagrama d'època de l'engranatge de complicació per al moviment del Sol, ca. 1446.

L'engranatge cridaner, un altre engranatge especial, s'integrarà en el mecanisme de colpeig més endavant.

El regulador
El moviment d'un mecanisme de rellotgeria simple, com un rellotge de peses, consta de tres elements: el motor, el tren d'engranatges i el regulador19,1.

Sense regulador, el descens del pes del motor és un moviment rectilini uniformement accelerat. Es transmetrà al tren de marxes en forma de moviment circular uniformement accelerat, moviment que no és adequat per a la indicació regular de les hores.
La funció "regulador" farà que el moviment del tren d'engranatges sigui periòdic i prou regular com per ser considerat, a simple vista, com a circular uniforme. Aquest serà l'invent que correspondrà al naixement del rellotge mecànic a les albors del segle xiv.

La regularització del moviment s'obté a partir de dos elements íntimament relacionats: l'escapament i l'oscil·lador20,21

que han evolucionat conjuntament.

l'escapament transforma l'energia motriu dels petits moviments successius del moviment circular del tren d'engranatges en impulsos alterns sobre l'oscil·lador;
L'oscil·lador, una mena de volant d'inèrcia, assegura la regularitatN 5 i la periodicitat del moviment de la roda d'escapament. Aquest òrgan és més sovint ajustable per tocar la durada de les oscil·lacions, una fracció de temps implicada en l'elecció de les proporcions de malla. El propòsit és que la mà de l'hora faci una revolució en n períodes d'oscil·lació.

Regulador foliot: escapament R + V ((verd maragda), oscil·lador F (verd prat).

El regulador foliot
És el primer regulador reconegut, descrit per primera vegada el 138522 i utilitzat durant més de sis segles. Es compon de tres elements:

la roda de reunió R: l'última roda de l'engranatge horari, té un nombre senar de dents. El seu perfil en forma de serra es troba alternativament amb els palets de la vareta durant el moviment;
la vareta en V: és el sistema d'escapament. Aquesta vareta, amb les seves dues paletes, transmetrà el moviment de la roda de trobada cap al foliot: la paleta superior en un sentit, després el palet inferior en l'altre sentit, creant així les oscil·lacions del regulador23. Per tenir una acció de tracció alterna i escapament, les paletes han de tenir un angle d'uns 90° entre elles. La transmissió del moviment tenia un desavantatge: el canvi sobtat en la direcció de rotació sota l'acció de les paletes provocava cops al follet; Això es remeiava connectant l'extrem superior de la vareta a una forca mitjançant un acoblament elàstic: truges de porc o encaix de cuir24 ;
foliot F: muntat perpendicularment a l'extrem de la vareta, està compost per dos braços que actuen com a volant d'inèrcia. Dos pesos, també coneguts com "regulats", regulables en posició sobre els braços de la vareta, permeten augmentar o reduir el moment d'inèrcia, i per tant l'amplitud de les oscil·lacions, que afectaran així el retard o avançament del rellotge.

Article principal: Foliot

La precisió d'aquest tipus de controladors, segons els autors, oscil·lava entre mitja hora i una hora al dia24,25. No obstant això, aquesta variabilitat no s'ha trobat mai per mesura N 6.

El tub d'escapament
El mecanisme d'escapament es pot considerar, a efectes d'estudi, com a consistent en:

la roda d'escapament, l'última roda del tren d'engranatges, amb una dent particular adaptada a cada tipus d'escapament;
La fugida pròpiament dita, element que manté les oscil·lacions de l'òrgan regulador o oscil·lant.

"Hi ha tantes fugides com rellotgers famosos!", exclamava Jean-André Lepaute el 1755. El motor de Louis Moinet, inventat el 1816 i encara funcional i conservat avui a Saint-Blaise (NE), batega a 216.000 vibracions per hora, fent de Louis Moinet l'inventor de l'Alta Freqüència en termes d'escapament.
Actualment, n'hi ha més de 2.500, que es poden agrupar en famílies. Aquests inclouen: l'escapament de la vareta, descrit anteriorment, que s'adaptarà a diferents tipus d'oscil·ladors, l'escapament de la palanca, l'escapament del cilindre, l'escapament de la palanca, l'escapament del passador, etc.26,27,28.

Alguns tipus d'escapaments

Al pati.

Ancorat.

Cilindre.

Accionat per palanca.

Turmell.

Turmell.

Article principal: Escapament (rellotgeria)

L'oscil·lador
Només hi ha tres tipus d'oscil·ladors o òrgans reguladors: el foliot, el pèndol i el pèndol.

El Foliot29 s'ha descrit anteriorment a la secció "regulador";
el pèndol de rellotgeria, resultat de les reflexions de Galileu el 1638, i concretat per Huygens el 1657. Els primers rellotges de pèndol cicloïdal, inventats per Huygens, tenien oscil·lacions de gran amplitud s no isòcrones(de la mateixa durada). L'isocronisme es va aconseguir mitjançant dues fulles en forma de cicloide contra les quals descansava el cable de suspensió del pèndol durant l'oscil·lació. Posteriorment, es redueix l'amplitud de les oscil·lacions, aconseguint així l'isocronisme sense recórrer a les galtes cicloïdals30 ;

Els primers rellotges

Projecte del rellotge de pèndol de Galileu, dibuix de 1659.

El primer rellotge de pèndol de Huygens, conegut com a rellotge de pirueta, 1658.

Segon rellotge de Huygens, amb pèndol cicloïdal, 1673.

Rellotge de segons, descrit detalladament, 1709.

Pèndol adequat per a un escapament de palanca.

La balança del rellotge: els rellotgers actualment reserven el terme roda d'equilibri per a l'oscil·lador circular dels rellotges, per evitar confusions amb el pèndol del rellotge, que també s'anomena tradicionalment balança.

N'hi ha una desena de varietats31.

Alguns tipus de pèndols

Primer pèndol? també conegut com a foliot de la corona, Dondi, 1364.

Equilibri, volant senzill, amb escapament de vareta.

Molla d'equilibri.

Balanç-molla, escala, 1753.

Saldo bimetàl·lic o compensador.

Compensar la roda d'equilibri en situació.

Articles principals: Òrgan regulador, Ressonador (rellotgeria), foliot, Pèndol (rellotgeria) i roda d'equilibri (rellotge)

La Gàbia
Com el seu nom indica, "tanca tot el mecanisme dels diferents tipus d'instruments de rellotgeria".

En els primers rellotges, ja siguin interiors o d'edifici, la seva estructura, generalment de forma paral·lelepípeda, està formada per un conjunt de barres de ferro connectades per cantonades, una mena de claus inclinades. Més tard, aquestes cantonades van ser substituïdes per tacs i cargols, però aquest tipus d'esquelet va perdurar fins al segle XIX per construir rellotges. Posteriorment, al mateix temps, la gàbia es va transformar en un marc de ferro colat per als anomenats campanars horitzontals.

Falca de muntatge de ferro forjat, ca. 1500.

Gàbia de ferro, amb clavilles, 1546.

Aquí, elements cargolats i clavats, segle xviii.

Marc del rellotge horitzontal de ferro colat, 1910.

Un altre edifici de ferro colat, del segle xx.

El llautó substituirà avantatjosament el ferro en rellotges miniaturitzats, ja siguin interiors o itinerants. L'estructura d'aquest últim resultarà d'un conjunt de plaques connectades per pilars32 ; Quadrat, de forma hexagonal, també s'adaptarà a la conformació circular dels rellotges.

Rellotge de llanterna de ferro, ca. 1500.

Làmines A i B i pilar Z al rellotge de Huygens, 1673.

Rellotge marí, majoritàriament de llautó, 1763.

Rellotge amb plaques i pilars de llautó, segle 16.

Una de les funcions de la gàbia és recolzar els eixos dels mòbils en els seus extrems.
Originalment, eren simples forats perforats a les plaques o pilars, de vegades de forma quadrada, en rellotges de campanar. Insercions, rodaments o rodaments33, millorarà la funció d'orientació de l'eix. Més precisa, adequada per a la lubricació, especialment per olis34, seran intercanviables. Inicialment d'acer o bronze, van ser substituïts en determinats llocs dels rellotges per "pedres"35 ", ja al segle XVIII. Aquestes seran pedres naturals (granat, àgata, diamant) o pedres sintètiques (corindó, robins), materials que redueixen la fricció i redueixen així el desgast de les superfícies en contacte36.

Alguns coixinets de llautó o bronze.

Pivot cilíndric i coixinet tipus pedra.

L'anomenat pivot "cònic" i el seu contrapivot de pedra.

L'esfera, les mans

L'esfera i les agulles són indicadors. Permeten complir la funció principal d'un instrument de rellotgeria: "dir l'hora". Sovint es presenten junts en un entorn descriptiu i artístic pel que fa a un estil de rellotge o rellotge. Aquí només es desenvoluparà l'aspecte històric d'aquests dos elements.

Els primers rellotges eren cecs, és a dir, no tenien ni esfera ni mà; només sonen. Aquesta informació audible, que només es produeix un cop per hora, a l'"hora de la campanada", aviat es complementarà amb una visualització contínua, primer col·locant un índex fix davant de la roda d'hores graduada, després gràcies al dial i el parell de mans. L'esfera, unida o davant de la gàbia, té 24 divisions temporals i la mà és única. Aquesta mà, unida al final de l'engranatge horari, no té una direcció fixa de gir, pot girar en el sentit de les agulles del rellotge o retrògrada. Tot això va tenir lloc abans del 140037.

Roda de 24 hores de l'Astrarium de Dondi: són les 22 hores de l'índex (1348-1364).

Rellotge de 24 hores del Duomo de Florència amb xifratge en sentit antihorari (1443).

Rellotge de 24 hores en el sentit de les agulles del rellotge a la plaça de Sant Marc de Venècia (finals del segle15).

L'evolució de les cares del rellotge es va reflectir per primera vegada en una pantalla en dos cops les dotze, limitant així el nombre de vagues, després en un gir de dotze hores de l'esfera, i fins i tot les sis en punt a Itàlia.

Rellotge de 2 x 12 hores de la catedral de Chartres (1528).

Esfera de 12 hores del Gros-Horloge de Rouen (dial 1527).

A les 6 del matí del Palau del Quirinal de Roma.

A més d'indicar l'hora, la combinació d'esfera i mà podrà proporcionar altra informació corresponent a les diverses complicacions del rellotge (el curs del Sol, la Lluna, etc.). Aquesta pantalla múltiple va ser el resultat de rellotges astronòmics del segle xv.
La mà de les hores va veure l'aparició de la seva germana petita, la mà minúscula, abans de finals del segle xvi, en una esfera auxiliarN 7. Després de canviar de mida, es va unir a la mà horària al centre de l'esfera a finals del segle 17, feta pel rellotger anglès Daniel Quare el 1686N 8. És interessant assenyalar aquí que a la circumferència de l'esfera, "l'interval 'hora' es divideix [teòricament] en quatre per als rellotges d'una mà, i en cinc per als rellotges de dues mans38. »

Rellotges de Tycho Brahe amb esferes auxiliars, 1598.

Rellotges de dues o tres mans de Hevelius, 1673.

A finals del segle 16, Tycho Brahe posseïa rellotges que indicaven el segon dels temps. Un d'ells tenia una roda de 1200 dents i un diàmetre de dos cubits (uns 80 cm))39però no estava gaire satisfet amb la seva precisió; més tard, apareixeran les segones mans, probablement a causa de l'aplicació del pèndol per Huygens al voltant de 1660-1673 i les necessitats de l'astronomia: en els anys 1670-1680, a França, astrònoms com Jean Picard, Jean Richer, Dominique Cassini utilitzen rellotges de pèndol la precisió dels quals es dóna durant uns segons de temps cada 24 hores. Es va llegir per primera vegada amb un pèndol el 1671, després en una esfera secundària abans del 170940 i, finalment, la segona mà va arribar al centre de l'esfera el 173041.

Segons rellotge de paret de Bion, 1709.

Rellotge de parquet de Lepaute, ca. 1770.

Rellotge central de segona mà de Möllinger.

A partir d'aquest moment, una altra mà podrà indicar les dates.

La pantalla considerada aquí és analògica. A la segona meitat del segle xx, es va introduir un altre tipus d'indicador, la pantalla digital, on les agulles desapareixien de l'esfera, que llavors només servia de marc.

El to de trucada
Els primers rellotges eren "repicant" exclusivament. Indicaven un moment concret, com el moment de l'aixecament en les comunitats religioses. Unes dècades més tard, la innovació va ser colpejar cada hora amb un nombre de cops corresponent al temps donat pel mecanisme del temps. Els avenços, lligats a les necessitats dels usuaris, van comportar complicacions al timbre bàsic.
Per tant, es poden distingir els següents mecanismes:

el despertador, un mecanisme relativament senzill que només es produeix una vegada en el cicle del rellotge;Mecanisme de so despertador.
el repic de les hores, un mecanisme més sofisticat que s'implementa cada hora amb un recompte dels traços;
complicacions que, com el seu nom indica, constitueixen mecanismes complementaris, com el cop de meitats o quarts, repeticions, campanades, etc.

Sigui quina sigui la campaneta, és el tren de marxes horàries el que activa el tren de marxes cridaner.

To de trucada del despertador
Aquest és el tipus de to de trucada més simple i antic. Malauradament, les fonts són pràcticament inexistents abans del segle xvi N 9.

Descripció del principi
El mecanisme cridaner (mostrat en groc a la figura) s'empelta a la gàbia del rellotge perquè l'engranatge horari del rellotge pugui activar el mecanisme. Aquest últim té un pes del motor i una vareta d'escapament que actuarà sobre un martell cridaner.

A la roda de les hores, una clavilla o clavilla serveix d'obstacle disparador;
actua sobre la palanca disparadora unida a un eix que, en girar, desbloquejarà la roda de reunió;
A continuació, el pes del motor acciona la vareta de paleta, a l'extrem de la qual hi ha un martell que tocarà una campana o una campana d'alarma.

El sistema d'escapament no està equilibrat, el pes del motor es determina per assaig i error perquè el moviment no sigui massa accelerat.
Si es col·loquen n pinyons a l'anomenada roda horària, el motor es pot activar diverses vegades, sempre que s'elevi el pes del motor.

Exemple pràctic
Aquest mecanisme despertador és manllevat de l'Encyclopédie de Diderot i d'Alembert, 176342.

Mecanisme de so despertador

Vista frontal del despertador amb el seu marcatge d'ajust ressaltat.

Mecanisme cridaner només ressaltat.

Simulació del mecanisme.

Comentaris resum:

La visualització manual del temps d'alarma es fa girant el dial d'alarma i col·locant l'hora desitjada a l'extensió posterior de la mà d'hores; així juguem sobre la posició de la clavilla X lligada a la peça XZ, adherida a la roda "hora"; X prem el disparador SR;
el braç T bràquets en repòs contra el turmell V lligat a la roda de reunió;
Aixecar el gallet desbloqueja la roda de reunió, el pes del motor s'engega i es fa la campaneta43.

Cridaner de les hores
Està lligat a la invenció del recompte de trets. El primer rellotge que va tocar les hores va ser el rellotge de Milà, datat el 133644 ; No sembla haver-hi cap documentació tècnica per a això. Un dels primers exemples supervivents d'aquest tipus de mecanisme es pot veure en el rellotge de la catedral de Salisbury, datat el 1386.

To de trucada de la roda de comptar
Està controlat per una roda amb osques, l'espaiat de la qual regula el nombre de cops colpejats.

Descripció del principi
Igual que amb el mecanisme d'alarma, el repic de les hores s'empelta a la gàbia del rellotge, en paral·lel al moviment, de manera que el tren d'engranatges "hora" del rellotge pot activar el mecanisme a través de la calçada45 actuant sobre una palanca disparadora. Aquest mecanisme de cridanura està compost pels mateixos elements que el mecanisme de moviment, és a dir, un motor, un tren d'engranatges i un regulador:

El motor dedicat: pes en els primers rellotges, o més tard, en la molla principal. En el diagrama proposat, aquest òrgan no es mostra: actua al tren a un nivell diferent segons el tipus d'instrument de rellotgeria;
L'engranatge del timbre46 que és un conjunt d'engranatges formats per rodes amb funcions específiques; Sovint inclou:

La roda cridanera coneguda com a "clavilla" però també la roda amb passadors, pues o osques: durant la rotació del tren, impulsada pel motor, cada passador actuarà sobre la palanca del martell per colpejar un sol cop de les hores a colpejar Engranatge de timbre. ;
La roda de parada47 : té un obstacle en la seva perifèria (osca, osca, agulla) que, mitjançant una palanca de bloqueig, s'oposa a la rotació del tren sense la campana. Quan es deixa anar, aquesta palanca s'eleva, permetent que el tren giri. Una volta de la roda correspon al pas de les clavilles de la roda anterior;
La roda del compte48 : regula el nombre de cops colpejats; Aquest és l'element clau en el cridaner de les hores. Una palanca de sonda unida a la palanca de bloqueig s'aixeca de la seva osca quan s'activa. La sonda es troba llavors a l'altura del diàmetre exterior i llisca sobre ell durant la rotació. Durant aquesta diapositiva, manté la palanca de bloqueig en posició ascendent tot i que la palanca d'alliberament cau. Es determina que la longitud del desplaçament al diàmetre exterior correspon al nombre de cops que fa sonar la roda que crida. Quan, al final de la carrera, la sonda cau a la següent osca, la palanca de bloqueig cau cap enrere i bloqueja la roda motriu. Les osques a la roda de comptar i els seus intervals permeten encertar d'1 a 12 moviments consecutius. Si la carretera té dos cops de puny (un per cada 1/2 hora), una lleugera modificació de les osques de la roda de recompte permet colpejar un cop cada mitja hora.
La roda de retard49 que, juntament amb la roda de parada, té la funció d'alliberar el tren de marxes cridaner. D'altra banda, impulsarà ràpidament una hèlix de fre;

El governador: es tracta de l'hèlix de fre: la regularitat aproximada del moviment del tren d'aterratge s'obté per la barreja de l'aire causada per la ràpida rotació de les pales de l'hèlix, també coneguda com a volant d'inèrcia o accelerador. Aquest senzill sistema permet un ritme rítmic satisfactori dels cops colpejats sobre l'element sonor50.

Mecanisme d'anell de roda de recompte

Esquema simplificat d'un mecanisme.

Exemple de mecanisme.

Exemple en el rellotge de la catedral de SalisburyN 10 (1386).

Aquest tipus de campaneta pot "comptar" (sonar fora de to, és a dir, sense igualar la pantalla) quan s'accionen les mans51. La roda de comptar es va utilitzar fins a la dècada de 1720. Més tard, va aparèixer el xaperone, que tenia la mateixa forma i funció, però amb un disseny diferent (fixació a l'eix del canó)52.

Dibuix de 1820 d'un rellotge construït a París el 1379 per Henry de Wick.

Rasclet o campanes de cremallera i pinyó
És una campana en la qual el nombre de cops colpejats es regula bé per la posició d'un rasclet les dents del qual accionen l'aixecament del martell. En els rellotges de Comté, el rasclet se substitueix per un bastidor. Aquests dos tipus de tons de trucada no compten.

Principi resum
Mecanisme d'anell parcial de rastell.

La campaneta del rasclet s'acciona de la mateixa manera que el timbre de la roda de comptatge: el paviment lligat a la roda minuta actuarà cada hora a través d'un passador a la palanca de gallet bc. Aquest últim, entre altres coses, elevarà l'essència53 d unit al petit disparador a que alliberarà la roda de parada; Aleshores es posa en marxa el mecanisme cridaner.

Caragol.

El cridaner de les hores s'obté d'una lleva, anomenada cargol54, centrada i orientada cap a la roda de les hores. Les dotze en punt de vaga corresponen als dotze sectors d'aquesta lleva, en relació amb la posició de la mà de les hores; Així, el mecanisme cridaner controlat per la mà de les hores no compta. En aquesta lleva, la sonda g permetrà baixar el rasclet quan s'alliberi esborrant l'esse simultàniament amb l'alliberament de la roda de stop: en la posició I sobre el caragol, el rasclet descendeix per una dent, en la posició III descendeix per tres dents... fins a dotze dents en la posició XII. El descens de les dents X us permetrà colpejar X trets al temps X.
Es tracta del rasclet o aixecament de comes55 s a la roda de parada que elevarà el rasclet d'una dent a cada volta i que controlarà el cop amb un cop de martell (mecanisme no mostrat). Quan el rasclet està totalment aixecat, la palanca BC ha estat baixada, l'esse s'inclina, atura el rasclet en la posició alta inicial i la palanca a bloqueja la roda de parada pel seu passador h.

A les Comtoises, el rasclet se substitueix per un bastidor; Un lloc en particular descriu el sorprenent mecanisme en la seva totalitat amb les seves il·lustracions56.

"Aquesta campaneta ens arriba des d'Anglaterra, va ser adaptada als rellotges pels senyors Edouard Barlow i Daniel Quare. A França, va ser Honoré PONS qui va presentar una patent per al "toc de rasclet per als rellotges de París" el 1829.57.

Complicacions
Es relacionen amb indicadors particulars o tons de trucada sofisticats.

Aquesta secció està buida, insuficientment detallada o incompleta. La teva ajuda és benvinguda! Com fer-ho?

Notes i referències
Notes

? Avui diríem la "funció principal"
? El vocabulari de la rellotgeria no està estandarditzat. D'un autor a un altre, i segons la història, la designació dels elements constitutius d'un rellotge pot variar una mica. El vocabulari bàsic trobarà les seves referències en Emmanuel Poulle, historiador de la ciència de l'edat mitjana, que va participar en l'anàlisi i reconstrucció del rellotge astronòmic de Bourges, en el vocabulari de Montres et horloges de Gründ així com en el Dictionnaire professionnel illustré de l'horlogerie i altres obres, totes citades a la bibliografia.
? Segons ISO, el moviment és un dispositiu que produeix, manté i processa un fenomen periòdic capaç de comptar el temps. Pot tenir subconjunts.
? L'embolcall de l'instrument (estoig, estoig, etc.) que és un element no implicat directament en la funció "Dir l'hora" no es té en compte aquí.
? D'aquí el seu nom històric: "regulador", però, de fet, és tot el sistema d'escapament + oscil·lador el que assegura la regularitat del moviment del tren d'engranatges.
? Un reconegut rellotger, professor de l'ENS de Lió i rellotger del Musée du Temps de Besançon, havia reconstruït, a partir de l'any 2000, aquest tipus de rellotge foliot. Es va sorprendre per la seva exactitud i en va informar a la revista ANCAHA. Malauradament, va morir i aquest esborrany d'estudi es va perdre.
? Vegeu més avall la il·lustració dels rellotges de Tycho Brahe en un llibre que data de 1598.
? No obstant això, un gravat de la Machina coelestis de Hevelius, que es mostra a continuació i que data de 1673, mostra diferents rellotges, inclòs un amb pèndol, que tenen dues i fins i tot tres agulles diferents...
? Vegeu una il·lustració d'un mecanisme d'alarma en un rellotge hidràulic "arcaic" anomenat clepsidra de tambor.
? Vegeu les notes afegides a la imatge a Commons: accés en línia.

Referències

? Revenir plus haut en?:Ha B i C Radko Kyncl 2001, p. 8.
? Per exemple, el pes motor del rellotge (1920) a l'església de Sant Tomàs, a Stadtbredimus a Luxemburg, pesa 80 kg; ANCAHA 2015, p. 51 n° 116.

? Bougelot i Catoire 2006, p. 48.
? Radko Kyncl 2001, p. 10
? Georges-Albert Berner 2002, "Primavera".
? Georges-Albert Berner 2002, "Desarmatge".
? Georges-Albert Berner 2002, "barril".
? Radko Kyncl 2001, p. 10.
? Georges-Albert Berner 2002, «Aturar-se».
? Georges-Albert Berner 2002, «stackfreed»; vegeu també Stackfreed
? Collectif, Trésors d'horlogerie: Le temps et sa mesure du Moyen Âge à la Renaissance, Palais des papes, Avinyó, RMG, 1998, 119 p. (ISBN 2-906647-30-6), p. 22.
? Per als engranatges, vegeu la definició i els diferents tipus a Georges-Albert Berner 2002, "engranatge".
? Chavigny i Perissas 2009, p. 21-23
? Revenir plus haut en?:Ha i b Chavigny i Perissas 2009, p. 31
? A. Chevalier, Guide du dessinateur industriel, París, Hachette, coll. "Technique", 2001, 319 p. (ISBN 2-01-168288-6), p. 227; És l'ISBN imprès al llibre!
? Georges-Albert Berner 2002, "pivot".
? Georges-Albert Berner 2002, «Temporitzador».
? Georges-Albert Berner 2002, "engranatge" i "temporitzador".
? Chavigny i Perissas 2009, p. 26.
? Radko Kyncl 2001, p. 8, 14, 17.
? Chavigny i Perissas 2009, p. 38.
? Gerhard Dohrn-van Rossum 1997, p. 51.
? Radko Kyncl 2001, p. 15.
? Revenir plus haut en?:Ha i b Chavigny i Perissas 2009, p. 39.
? Bougelot i Catoire 2006, p. 21, 40.
? Chavigny i Perissas 2009, p. 45-50.
? Radko Kyncl 2001, p. 15-17.
? Georges-Albert Berner 2002, «Evasió».
? El foliot no és un oscil·lador en el sentit estricte de la paraula, ja que no té el seu propi període d'oscil·lació, però el fet que sigui "la seu d'un fenomen periòdic" causat i mantingut per una vareta de paletes pot excusar aquesta designació, cosa que facilita l'agrupació categòrica utilitzada per certs autors rellotgers, com Radko Kyncl (trad. del txec). Montres et horloges, París, Gründ, coll. "Encyclopédie illustrée", 2001, 256 p. (ISBN 2-7000-1851-6).
? Georges-Albert Berner 2002, «pèndol».
? Georges-Albert Berner 2002, «pèndol».
? Georges-Albert Berner 2002, "platí"; "Pilar".
? Georges-Albert Berner 2002, «Pad».
? Georges-Albert Berner 2002, «Oliar/greixar».
? Georges-Albert Berner 2002, «Pierre».
? Radko Kyncl 2001, p. 11, 13.
? Segons Emmanuel Poulle, The Measurement of Time and Its History, vegeu l'article en línia [arxiu] pp. 225-227.
? Chavigny i Perissas 2009, p. 64
? Tycho Brahé, Astromiae instauratae mechanica, 1598 (llegir en línia [arxiu])), traduït per Jean Peyroux, Mécanique de l'astronomie rénovée, Bordeus, Bergeret, 1980, p. 32
? Nicolas Bion, Tractat sobre la construcció i usos principals dels instruments matemàtics, La Haia, 1709-1723 (llegir en línia [arxiu])), p. 248.
? Marie-Christine de La Souchère, Une histoire du temps et des horloges, París, el·lipses, 2007, 169 p. (ISBN 978-2-7298-3555-2), p. 84.
? BnF, Gallica, Horlogerie [arxiu].
? Veure descripció a Enciclopèdia: Accés en línia.
? Gerhard Dohrn-van Rossum 1997, p. 113, 137.
? Pinyó que controla el temporitzador; la calçada fa una volta en 1 hora Georges-Albert Berner 2002, "calçada".
? Georges-Albert Berner 2002, "Engranatge".
? Georges-Albert Berner 2002, "Judici".
? Georges-Albert Berner 2002, «Chaperon».
? Georges-Albert Berner 2002, «Retard».
? Hi ha un article detallat sobre aquest mecanisme en alemany "traduïble" a la Viquipèdia: Schlagwerk (Uhr)
? Georges-Albert Berner 2002.
? Sobre aquest tema, vegeu l'article d'André Lemaire a la revista ANCAHA 2015, p. 45-50 n° 109 i p. 70-71 n° 112.
? Georges-Albert Berner 2002, "esse".
? Georges-Albert Berner 2002, «Limaçon».

? Georges-Albert Berner 2002, «coma».
? Vegeu el lloc web de Michel Dumain DIS MOI COMMENT ÇA MARCHE UNE SONNERIE DE COMTOISE, accés en línia [arxiu]
? Veure la pàgina Algunes nocions de rellotgeria al web del Musée d'horlogerie d'Aliermont, accés en línia [arxiu]

Annexos

Bibliografia

: Document utilitzat com a font per a aquest article.

Radko Kyncl (trans. del txec), Montres et horloges, París, Gründ, coll. "Encyclopédie illustrée", 2001, 256 p. (ISBN 2-7000-1851-6).

Emmanuel Poulle, La mesura del temps i la seva història, vegeu l'article en línia [arxiu].

Georges-Albert Berner, Dictionnaire professionnel illustré de l'horlogerie, Fédération de l'industrie horlogerie suisse FH, 2002 (llegir en línia [arxiu])). Accés a la Viquipèdia: Diccionari professional il·lustrat de rellotgeria.

ANCAHA, Bulletin de l'association nationale d'horlogerie ancienne et d'art, París, 2015 màx.

Alain Bougelot i Jean-Yves Catoire, El rellotge astronòmic de la catedral de Bourges: la seva història, la seva rehabilitació, Levet, J.-Y. Catoire, 2006, 80 p. (ISBN 2-9526232-0-1).

R. Chavigny i M. Perissas, La mesure du temps à travers les âges: son art - sa technique, Toulouse, Ixcéa, 2009, 306 p. (ISBN 978-2-84918-106-5).

Gerhard Dohrn-van Rossum (trad. de l'alemany), L'histoire de l'heure : L'horlogerie et l'organisation moderne du temps, París, La Maison des sciences de l'homme, 1997, 464 p. (ISBN 2-7351-0741-8, llegit en línia [arxiu])).

articles relacionats

Rellotge (horologium) ;
Rellotge mecànic ;
Rellotgeria ;
Ressonador (rellotgeria).
Vegeu la "Categoria: Rellotges" a la part inferior de la pàgina.

Enllaços externs

En altres projectes de Wikimedia:

Mecanisme (rellotgeria), a Wikimedia Commons

Recurs literari:

L'enciclopèdia de la ciència-ficció

BnF, Gallica, fascicle "Horlogerie" [arxiu]: de l'Encyclopédie de Diderot i d'Alembert;
Commons, categoria: Diderot i d'Alembert / Rellotges: escaneig de les diferents pàgines del llibret "Horlogerie" de la BnF;