

Gli orologi con una ruota



Giuseppe Di Stefano



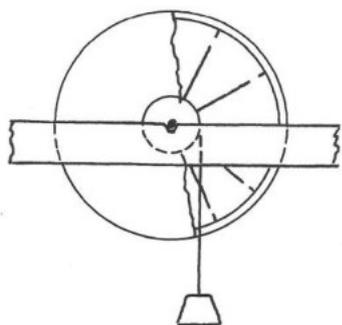
Gli orologi con una ruota

Forse frutto di una sfida intellettuale, o per una ricerca di migliori e più semplici processi di fabbricazione, o tentativi di ridurre lo spreco di energia di un movimento, comunque la storia dell'orologeria è ricca di curiosi progetti, e qualche inusuale realizzazione, che mirano a raggiungere questi obiettivi. Fra tutti questi spiccano quelle che hanno voluto modificare la classica nomenclatura dei ruotismi dell'orologio. In epoche diverse abbiamo così pendoli e qualche orologio da tasca, con movimenti a due ed anche ad una sola ruota o definiti addirittura senza alcuna ruota¹. Occorre dire che la maggior parte dei progetti non sono mai stati realizzati ed anche quelli funzionanti ed a noi pervenuti non hanno avuto un seguito, sia per le difficoltà di costruzione che di esercizio e di manutenzione.

Se assimiliamo il movimento di un orologio ad un gruppo di lavoro o anche sportivo, ci accorgiamo di quanto sia più efficiente avere diverse parti che si suddividono compiti e carichi di lavoro, piuttosto che un solo elemento, gravato di maggiori responsabilità e magari con maggiori capacità degli altri, che però esaurisce prima le proprie risorse e non è in grado di assicurare continuità nel medio/lungo periodo. Risparmiare risorse (energia) difficilmente produce qualità ed, ancor meno, continuità del risultato.

Ritornando al tema principale, in questo mio lavoro proverò a descrivere, riportando il maggior numero di informazioni che mi è stato possibile trovare, sia i progetti che non sono stati realizzati così come i pochi pervenuti sino a noi, di orologi ad una sola ruota.

Attilio Parisio



La prima notizia di un orologio ad una ruota si trova in un piccolo libro, stampato a Venezia nel 1598, che porta il titolo: *“Discorso dell’eccell. Dottore di Leggi, il Ser Attilio Parisio, sopra la sua nuova invention d’horologi con una sola ruota”*. In effetti si tratta di una pendola a mercurio contenuta in una ruota a tamburo con compartimenti interni e mossa da pesi. Altre soluzioni simili utilizzavano sabbia od acqua al posto del mercurio proposto dal Parisio. In ogni caso l’orologio, privo di scappamento, non può essere citato tra gli orologi meccanici.

Anonimo

Un altro testo², pubblicato nel 1636, autore Daniel Schwenter, *Deliciae physico-mathematicae*, contiene 500 problemi scientifici molti dei quali d’interesse orologiero. Tra questi le indicazioni, in verità molto approssimative, per la costruzione di un pendolo ad una ruota: *“Costruite una cassa delle dimensioni usate normalmente, indicate le ore con un disco diviso in 12 parti, fate una ruota più grande nello spazio intorno all’albero nel quale deve essere arrotolata una corda per i due pesi, questi scenderanno in modo che quando avranno fatto un giro completo saranno passate 12 ore”*.

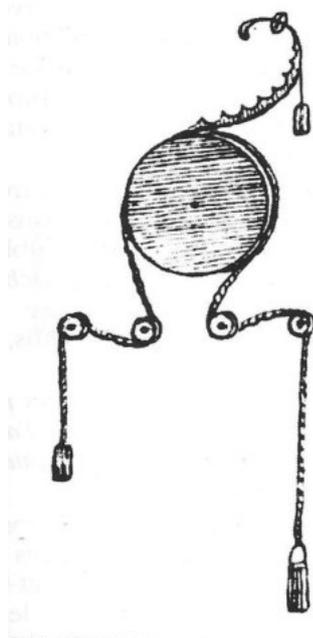
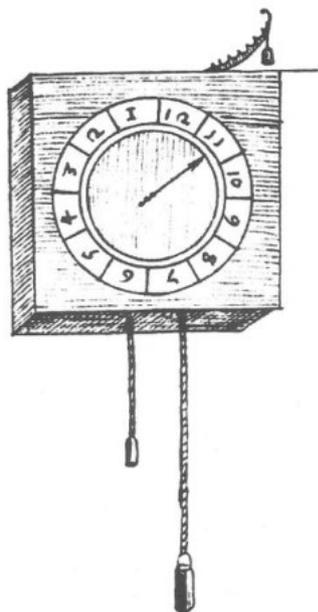
Aggiunge poi che utilizzando una molla ed un piccolo peso, il pendolo può, pur rallentando il movimento della ruota, avere la funzione di sveglia e che le prestazioni complessive sono pari a quelle degli orologi con più ruote.



¹ Vedi Pierre-Joseph de Rivaz

² Da un articolo di Sivio A. Bedini (n°40 del 1996 *Horlogerie Ancienne*)

Come si vede le istruzioni sono molto confuse ed il disegno riportato nella pagina non contribuisce certo a dare maggior chiarezza. Può darsi che, come pensa qualcuno, l'orologio sia dotato di un bilanciere a *foliot*? In ogni caso l'argomento è stato derivato da un altro testo, di autore sconosciuto, scritto in italiano o in latino.



La conferma di questa derivazione, viene dall'esistenza di un manoscritto di circa 300 pagine, di un anonimo italiano del XVII secolo³, che porta il titolo: *“Trattato sulla maniera per costruire orologij”*. Il *Trattato* pur contenendo per la maggior parte nozioni di tecnica orologiera originali ed inedite, quando parla della costruzione di una pendola con una ruota, si riferisce al testo (sconosciuto) dell'altro anonimo autore (lo stesso a cui si è ispirato Daniel Schwenter).

Il testo del *Trattato* dice:

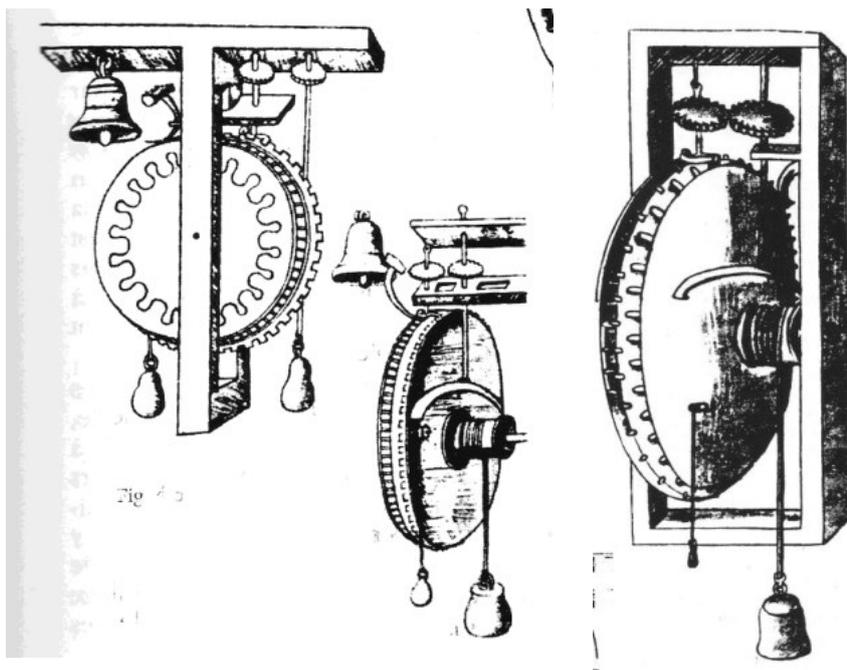
“Costruite la cassa di una pendola in modo abituale, segnate le ore su un cerchio diviso in 12 parti. Poi fate una grande ruota in alto ed attorno al suo asse metterete la corda dei nostri pesi, che passerà attraverso dei rocchetti in modo che salendo o discendendo farà un giro in 12 ore, cosa che avverrà con l'ausilio di un pendolo e di un bilanciere che rallentando la marcia del quadrante darà un movimento regolare come per gli orologi con più ruote”.

Sia la descrizione del pendolo che il disegno, mostrano che entrambi gli autori fanno riferimento ad uno stesso testo originale. Tuttavia i disegni, pur essendo simili, rappresentano due diversi quadranti. Infatti nel primo l'indicazione delle ore segue l'andamento tradizionale da I a XII con un'unica lancetta mobile. Nell'orologio del *Trattato*, il quadrante (solidale con l'asse della ruota) è ruotante e gira in senso contrario mentre, come in molti orologi italiani del periodo, la lancetta è fissa.

Un secondo disegno nel *Trattato* ci mostra il presunto percorso della corda dei pesi, ma anche questo, per numero e dimensioni dei rocchetti, non può essere parte di un movimento funzionante. Anche se i due autori non sembrano aver ben capito il funzionamento dello orologio, da quest'ultimo disegno si può arguire quanto segue:

- I rocchetti, come quelli del secondo disegno del *Trattato*, dovevano far parte sicuramente di un movimento ma, per numero e disposizione, saranno stati diversi.
 - Inoltre il movimento, per far ruotare il quadrante o far muovere la lancetta, necessita di un ingranaggio supplementare.
 - Secondo il disegno del *Trattato* l'unica ruota riceveva l'energia dalla caduta del peso sostenuto dalla corda avvolta attorno all'albero della ruota. La corda passava su due rocchetti di legno paralleli tra di loro e situati sotto il bordo della ruota, per poi tornare a passare su altri due rocchetti paralleli.
- Sembra esserci un braccio basculante semicircolare, simile a quello di un *foliot*, oscillante intorno al suo centro, con il compito di frenare la ruota. Questo braccio di metallo (probabilmente ferro) sembra avere un'estremità più pesante (a contatto con la ruota) mentre l'altra appare più rastremata e dentata, per lo spostamento del pesetto che consentiva un maggiore o minore freno alla rotazione della ruota stessa.

³ Il manoscritto è di proprietà di Silvio Bedini autore dell'articolo da cui sono state tratte queste informazioni.



Alcuni disegni di antichi svegliatori, provenienti dal Codex Marciano e dalla raccolta Magliabecchiana, ci mostrano delle analogie con il pendolo ad una ruota precedentemente descritto ed inoltre ci aiutano ad interpretare il suo possibile funzionamento.

Manfredo Settala

MUSEO
GALERIA

Adunata dal sapere, e dallo studio

Del Sig. Canonico

MANFREDO SETTALA
NOBILE MILANESE.

Descritta in Latino dal Sig. Dott. Fis. Coll.

PAOLO MARIA TERZAGO

Et hora in Italiano del Sig.

PIETRO FRANCESCO SCARABELLI,
DOTT. FIS. DI VOGHERA.

Et dal medesimo accrefciuta;

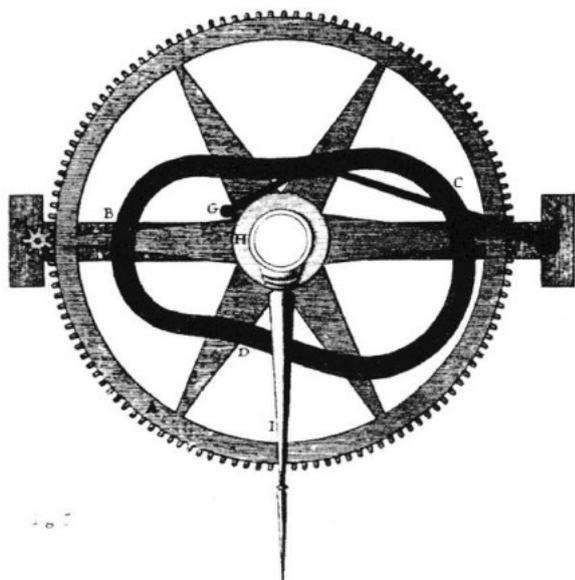
In
un
cat
alo
go

IN TORTONA,
Per li Figliuoli del qd. Elifio Viola. MDCLXVI.
Con licenza de' Superiori.

pubblicato nel 1666 (*Museo o Galeria adunata dal sapere, e dallo studio del Sig. Canonico Manfredo Settala nobile milanese*) si legge che, tra gli strumenti di Manfredo Settala, si trovano: "Un'altra pendola con solamente due ruote ed una pendola costruita ed inventata da M. Manfredo con un pendolo inventato da un altro".

Purtroppo parte della collezione di pendoli e strumenti del Settala (chiamato l'Archimede di

La ruota A porta una curva d'equazione BCD. Sulla superficie di questa curva è praticata una gola parallela ai bordi. Su questa gola scorre un bottone E adattato al pezzo EF e mobile al punto F. Questo bottone comanda anche il movimento della parte EG congiunta al canotto H che porta la lancetta dei minuti I in modo che questa segua le ineguaglianze espresse dalla curva dell'equazione del tempo. La ruota A insieme al supporto FM compie un giro completo in un'ora.



Milano) era custodita nella Biblioteca Ambrosiana ed è andata completamente distrutta a causa dei bombardamenti dell'ultima guerra.

Il curato di San Ciro⁴

Negli atti dell'Accademia Reale delle Scienze (n.267 anno 1725) si trovano una breve descrizione ed un disegno dell'orologio inventato dal curato di San Ciro e realizzato con una sola ruota.

Risulta che in quell'epoca avevano presentato richiesta all'Accademia come tecnici meccanici sia il curato che l'abate di San Ciro, ma nel 1727

Extrait de la Gazette d'Amsterdam, 30 novembre 1723. Article de Paris, le 22 novembre.

« Le curé de Saint-Cyr *** a présenté à l'Académie des sciences une pendule qui suit exactement le mouvement journalier du soleil, par le moyen d'une simple roue, que le plus habile géomètre n'aurait peut-être pas imaginée, et qui a été cependant approuvée. »

⁴ Pag.207 della Collection Archeologique du Prince Pierre Soltykoff

venne accettato un certo Lacomte curato di San Ciro.

Pierre-Joseph de Rivaz

Fino alla metà del '700 non si conoscono altri tentativi di costruire orologi con una o due ruote. Intorno al 1740 un orologiaio svizzero, Pierre-Joseph de Rivaz, viene a Parigi e, citando numerose sue invenzioni, chiede al Re l'autorizzazione ad esercitarne il brevetto dopo il parere dell'Accademia. Questo viene concesso suscitando le ire della Corporazione degli orologiai parigini soprattutto per la mancata prova d'opera. Del resto de Rivaz si vantava di essere un teorico più che un tecnico dell'orologeria. In questa disputa ebbe una parte importante, come antagonista del de Rivaz, il giovane Pierre Le Roy.

Le invenzioni del de Rivaz vengono citate da Jean-André Lepaute che parla di "tentativi" fatti da Monsieur de Rivaz⁵, per costruire un orologio con una sola ruota di movimento ma con 4 rastrelli ed, addirittura, di un orologio senza nessuna ruota di movimento ma con 3 ruote di quadratura, in cui quella dei secondi era azionata dal pendolo e, ad ogni rivoluzione, faceva avanzare di un dente quella dei minuti che operava allo stesso modo con quella delle ore, questa restituiva il movimento al pendolo per poter operare nell'ora successiva.

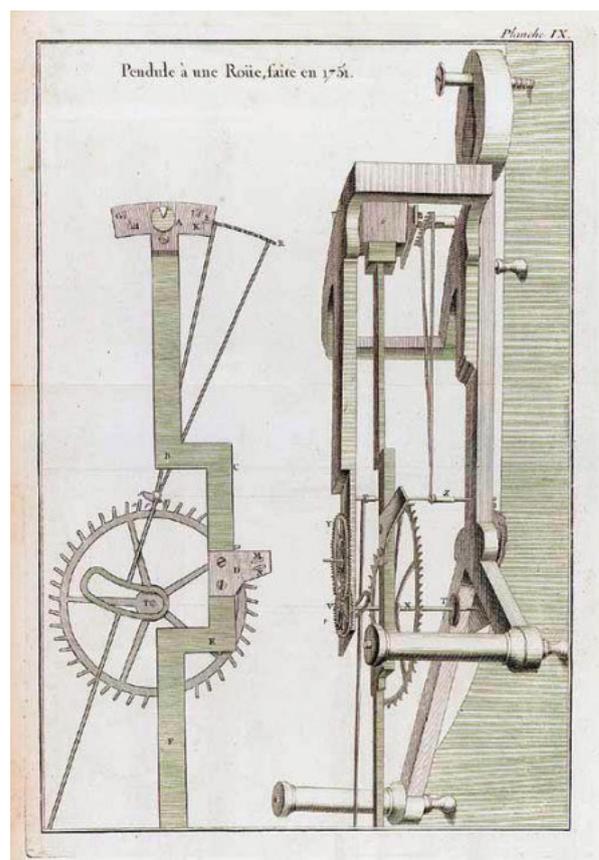
Alcuni anni più tardi Pierre Le Roy progettava la sua pendola ad una ruota.

Il pendolo di Pierre Le Roy

Primogenito del grande orologiaio Julien, passione, studi e conoscenze l'avevano portato, a poco più di trent'anni, ad essere autore di applicazioni fondamentali per la cronometria e l'orologeria moderna. Alcune di queste sono meno note, ma si deve proprio a Pierre Le Roy l'esatto calcolo della lunghezza, e sezione, della spirale del bilanciere per assicurare l'isocronismo. Le sue ricerche sulle compensazioni termiche e lo sviluppo dell'*échappement à détente*, gli assicureranno un posto di riguardo nella storia dell'orologeria.

Figlio del suo tempo era attento a tutte le novità che provenivano dal mondo scientifico e dal pensiero filosofico, convinto che questi potesse fornire un giusto indirizzo all'operato dell'uomo. Spinto dalle parole di Cartesio "... *les chose les plus simple sont d'ordinaire les plus excellentes*", si era impegnato nella ricerca della semplificazione in orologeria, convinto che le difficoltà iniziali avrebbero trovato ricompensa nei risultati.

Fu così che contattò Jean-André Lepaute, anche lui *Horlogèr du Roi*, per la costruzione di una pendola con una sola ruota, due scappamenti e con otto giorni di carica. Dopo varie difficoltà, i due valenti orologiai, nel Maggio del 1751, riuscirono a presentare a Luigi XV un esemplare funzionante. Lepaute inserì questa pendola nel suo *Traité d'Horlogerie*.⁶



⁵ Rivaz fu inventore e storico, per la sua vita e le sue invenzioni: http://doc.rero.ch/record/21860/files/I-N-268_1986_04_00.pdf

⁶ Pag.129 *Planche IX* Il libro è scaricabile da: .

http://books.google.it/books?id=S_18VEoif7wC&printsec=frontcover&dq=trait%C3%A9+d%27horlogerie+lepaute&hl=it&sa=X&ei=p3v8UbXrGsnCO5_LgKgP&ved=0CEUQ6AEwAw#v=onepage&q=trait%C3%A9%20d%27horlogerie%20lepaute&f=false

Che Lepaute avesse una certa disinvoltura ad appropriarsi delle idee altrui, è testimoniato da altri episodi. Accadde così anche nel caso del giovane Pierre-Augustin Caron de Beaumarchais. Questi, che doveva poi avere una vita avventurosa e spregiudicata, iniziò lavorando da orologiaio nella bottega paterna. Qui ebbe modo d'incontrare Lepaute a cui sottopose un miglioramento, da lui inventato, sullo scappamento degli orologi.

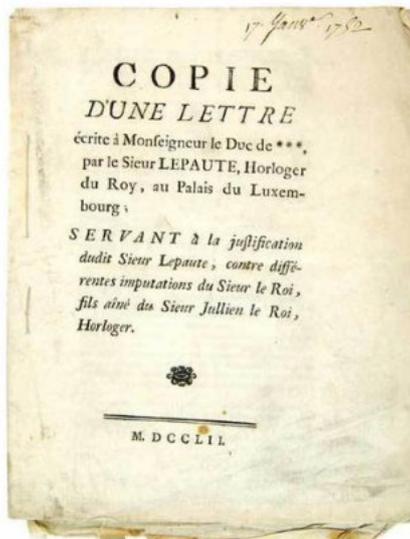
Lepaute pubblicò quest'invenzione sul *Mercure de France* attribuendosene la paternità. Il giovane Caron (non ancora de Beaumarchais) impugnò i suoi diritti di fronte all'*Accademie de Sciences* che li riconobbe, favorendone così l'introduzione, come orologiaio, alla corte di Francia. Costruisce un piccolo orologio per la marchesa di Pompadour, favorita del Re, diventa l'amante di una ricca dama di corte per poi, alla morte del marito, sposarla ma, divenuto presto vedovo, ne sposa un'altra molto ricca. Diventa agente segreto della Corte per poi dedicarsi a scrivere drammi e commedie (è l'autore del celebre *Barbiere di Siviglia* e delle *Nozze di Figaro* poi musicate da Paisiello, Rossini e da Mozart). Insomma una vita romanzesca di un personaggio forse non sempre limpido, ma affascinante.

Lepaute, nonostante riportasse sul quadrante il nome di Pierre Le Roy. La pendola fu poi acquistata da Gilbert Edgar per essere successivamente donata al British Museum insieme alla maggior parte della collezione Ilbert.

La dettagliata descrizione di quest'orologio fa parte di un interessante articolo scritto da due dei più valenti esperti di orologeria della nostra epoca: il nostro Giuseppe Brusa e l'inglese Charles Allix. L'articolo, *The Eminent Pierre Le Roy in the Art of Timekeeping*, è stato pubblicato su *Antiquarian Horology* del Settembre e Dicembre 2006.

Descrizione

Purtroppo Lepaute, nell'ottobre dello stesso anno, senza informare Le Roy, presentò al Re un altro modello con alcune varianti.



Nel vedere così tradita la collaborazione, Pierre, naturalmente, s'indignò moltissimo e decise di procedere, senza l'ausilio di orologiai famosi, al perfezionamento del suo pendolo. La disputa tra i due orologiai durò a lungo, ed anche per altri motivi, se Lepaute arrivò a pubblicare un opuscolo per controbattere alle affermazioni di Pierre Le Roy.

Ma ritorniamo al nostro pendolo ad una ruota di Pierre Le Roy.

Utilizzando la sua idea originaria, Pierre costruisce una pendola che abbiamo la possibilità di vedere ancora oggi, essendo giunta a noi, totalmente integra nella meccanica. Essa si trova nella Sala degli studenti d'Orologeria del British Museum.

Curiosamente questa pendola venne trovata a Roma nel 1937 dal celebre collezionista Adrian Ilbert. Alla sua morte fu messa in vendita, nel 1956, attribuendola, per un errore della casa d'aste, a



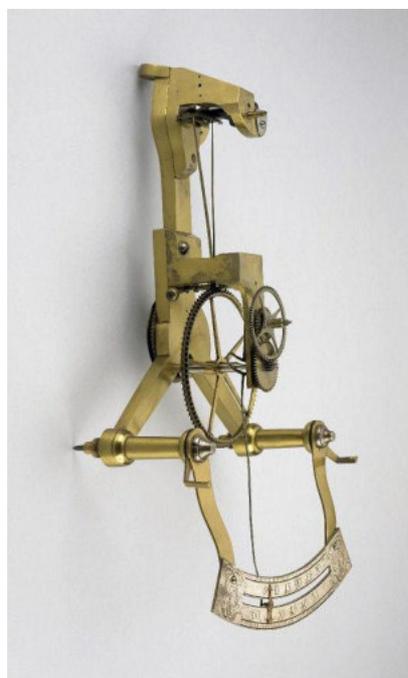
La cassa, in legno di noce, è di epoca recente, mentre il movimento appare essere completamente originale.

Il quadrante originale dell'orologio è stato sostituito, allo scopo di far vedere il movimento e l'attacco del pendolo, con uno in vetro che dovrebbe, e non c'è motivo per dubitarne, essere uguale a quello originale in ceramica.



Al centro del quadrante è riportata la scritta "Inventée et Exécutée par Le Roy fils à Paris". Il quadrante riporta i minuti sul cerchio esterno, lancetta delle ore e lancetta dei minuti mentre i secondi sono indicati da un indice, nella parte inferiore, che scorre avanti ed indietro su una doppia scala.

L'energia è fornita da un peso dei 2,75 kg. mentre il contrappeso (la carica dei pesi utilizza il sistema di corda senza fine di Huygens con 6 pulegge) è di 0,14 kg. Carrucole dei pesi e cricchetto di carica sono di piccole dimensioni come si può vedere nei due schizzi tracciati da Charles Allix durante



l'esame del movimento al British Museum (fig1A ed 1B).

Nella foto a destra è possibile vedere il movimento senza il pendolo. Si nota la grande ruota di movimento che funziona anche come ruota del primo scappamento e *remontoir* dei pesi. Essa muove, in andata e ritorno, sia il rastrello in alto che, alternativamente, il pendolo (come nei primi scappamenti ad ancora). Il rastrello di 15 denti, impiega 30 secondi per ognuna delle due direzioni.

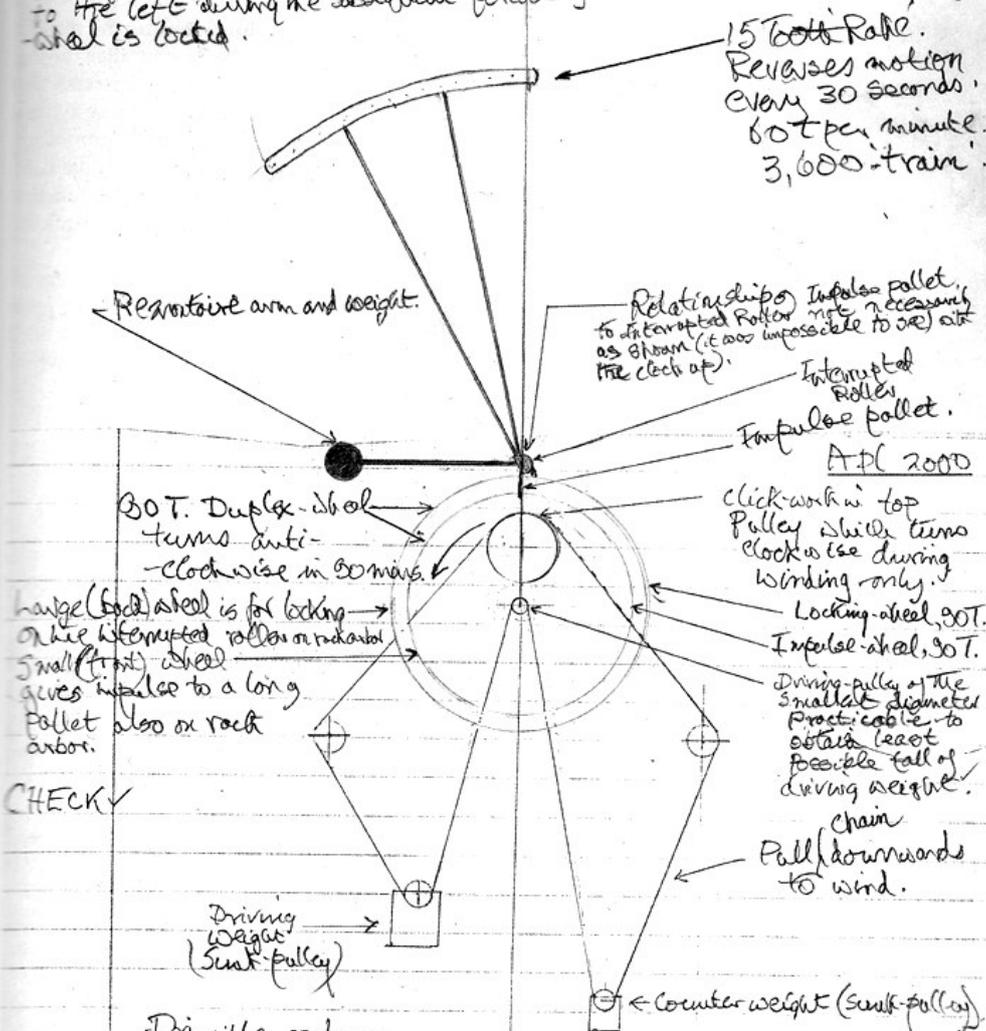


La foto a sinistra, mostra invece il sistema, visto dal basso, con tre palette su di un corto braccio che, posto lateralmente al pendolo, è in grado di dare/ricevere l'impulso.

B.M. One-Wheeled Clock. Sketch only (in abeyance).

6-7 June 2000

Supposed to show clock during the 30-second period of each hour-minute when an impulse tooth of the duplex wheel is pushing the impulse pallet to the left thereby moving the rake to the right and at the same time turning the remontoire ready to give power to the rake for its movement to the left during the subsequent period of 30 seconds while the duplex wheel is locked.

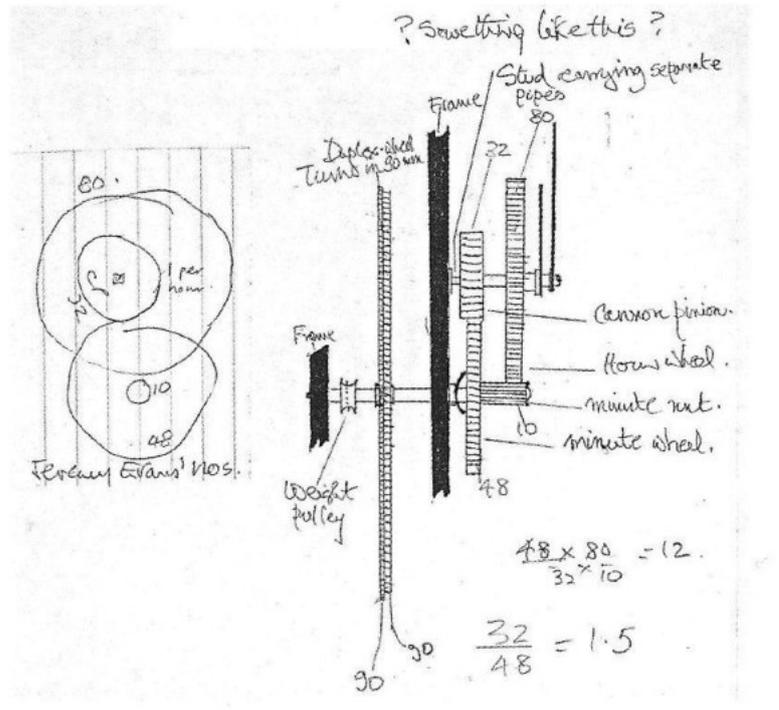


Principle only:-

B.M. Pierre Le Roy's One-Wheeled Clock, 25 April 2000.

The line is in the form of a light chain. The clock work is in the top pulley, the groove of which is formed to accept the chain links without slipping. (The present thick cotton 30 hour English line is now wasting quite a lot of power on account of friction?)

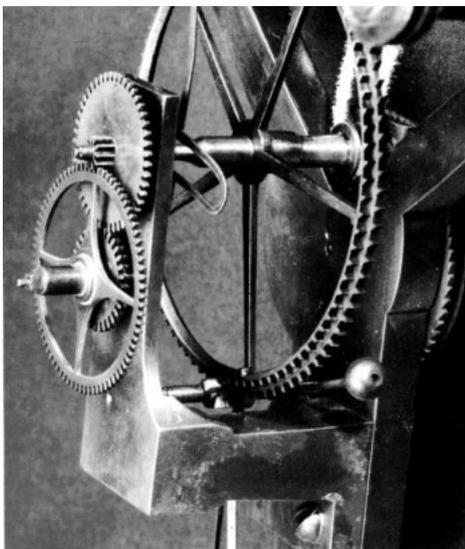
Il disegno del movimento, e gli appunti, di Charles Allix durante la sua ispezione dell'orologio al British Museum.



Sempre da Allix: la vista laterale del movimento con la minuteria e la grande doppia ruota sul cui asse c'è anche il rocchetto del peso.

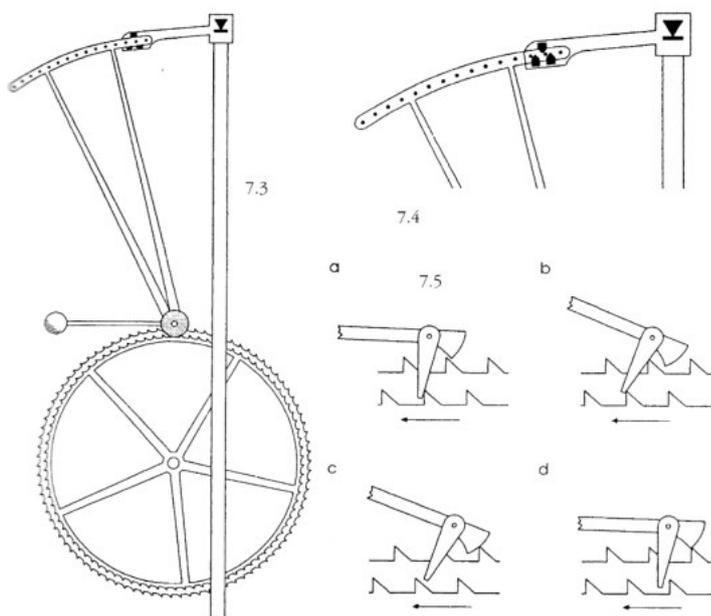
Grande ruota	90
rastrello	15
ruotismi sfere:	
pignone	32
ruota minuti	48
pignoni minuti	10
ruota delle ore	80

Il primo scappamento fornisce l'impulso al secondo soltanto in una direzione, per questo si avvale di una ruota di scappamento con due serie di denti inclinati. Questa ruota è stata ottenuta dall'unione di due ruote con lo stesso numero di denti, ma una è di diametro leggermente inferiore all'altra. Per ridurre l'inerzia nella ruota con diametro minore sono stati eliminati i raggi ed il colletto centrale, così da ottenere un'unica ruota ma con due serie di 90 denti, adiacenti ma leggermente sfasati, in cui il più lungo funziona per l'arresto ed il più corto per l'impulso.



L'albero del secondo scappamento è parte, condivisa, del primo e porta: il rastrello, il braccio per ricaricare i pesi, il cilindro con un lato spianato per il blocco dei denti più lunghi del primo scappamento e la paletta per ricevere l'impulso dei denti più corti. Questo è quel che avviene durante l'escursione del rastrello verso destra, fase che dura 30 secondi e che è pilotata da uno dei denti più corti della ruota di scappamento mentre il successivo dente più lungo viene bloccato sulla circonferenza del cilindro per il rimanente ½ minuto. Nella fase di ritorno verso sinistra il rastrello è guidato dal braccio di carica che la ruota aveva sollevato dalla posizione orizzontale spingendo il rastrello verso destra. Questo scappamento, che di fatto è un duplex, non è stato utilizzato da Le Roy al fine di ottenere migliori prestazioni nella misura del tempo, ma, come testimonia l'orologio del British Museum, riduce di molto gli attriti se comparato ad un tradizionale treno di 3600 secondi.

Un ulteriore contributo al funzionamento della pendola di Pierre Le Roy, ci viene sia da una foto (British Museum) della ruota e del ruotismo delle lancette, che da un disegno e relativa descrizione di cui è autore Philip Woodward⁷.



La figura 7.3 mostra i due scappamenti: il primo, di tipo duplex ed il secondo che è guidato dal primo, à chevilles, mentre la sospensione è del tipo detto a coltello.

La figura 7.4 ci dà un dettaglio del secondo scappamento.

La figura 7.5 ci mostra un dettaglio del funzionamento del duplex (il braccio interrotto porta all'estremità il contrappeso): a) un dente della ruota più interna sposta le palette in direzione oraria; b) la fine dell'impulso è seguita dalla caduta e dal cambio di palette; c) il contrappeso ed il secondo scappamento aiutano il ritorno delle palette e danno l'impulso in senso antiorario; d) fine dell'impulso e ritorno alla posizione a).

Concludendo, mi sembra molto azzeccata la definizione che viene data a questa, ed alle successive, invenzioni: *"Le complicazioni della semplificazione"*.

Infine una piccola chiosa riguardante il nome del nostro orologiaio. Vi capiterà di trovarlo scritto in modo diverso da quello da me usato e cioè: Le Roi, Leroi, Leroy, le Roy. Come si vede, a parte le prime due lettere del nome che possono essere unite o staccate alle successive e con la l minuscola o maiuscola, anche la i finale può diventare una y. Io ho scelto la stessa forma che usava, nella firma, il nostro Pierre con l'eccezione, trattandosi di un cognome, della L iniziale maiuscola.

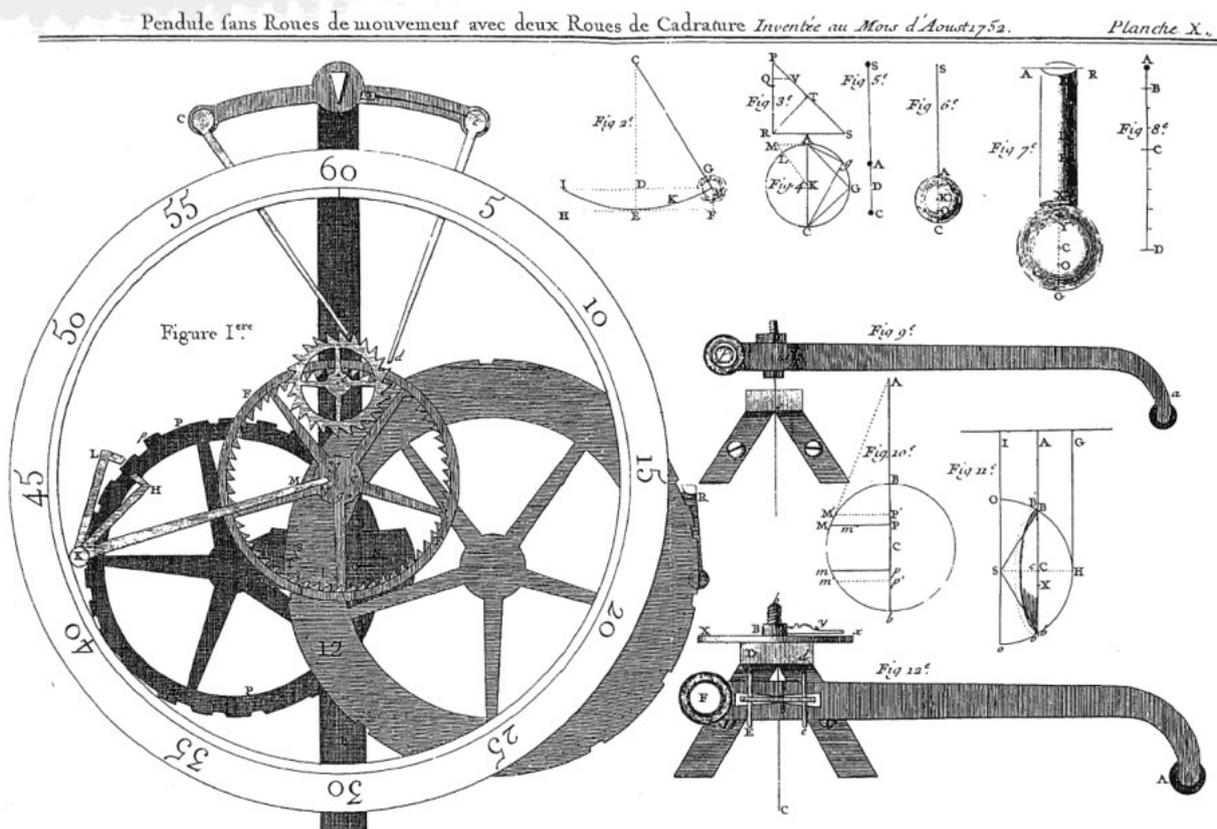
P^{re} Le Roy

⁷ Foto, disegno e descrizione sono tratti da *Horlogerie Ancienne* n.40 della rivista dell'Associazione.

Due pendole semplificate di J.A Lepaute e di J.B. Lepaute

Nel suo *Traité d'Horlogerie* Lepaute descrive, oltre a quella realizzata con Pierre Le Roy, altre due pendole semplificate e la prima come una pendola senza ruote di movimento e con due ruote di cadratura.

“Nella pendola che mi accingo a descrivere, la ruota restituisce il movimento oscillante ad ogni minuto ricevendo essa stessa energia da un peso come nelle pendole normali; mi sono anche reso conto che era possibile, pur semplificando la costruzione, realizzare una suoneria restituendo il movimento ad ogni colpo di martello, cosa che ho applicato in questa. Il pendolo AB, messo in movimento, è capace di oscillare per il tempo necessario a recuperare la quantità d'energia che ha perso poco a poco; sull'alto della pendola, vicino alla sospensione, perpendicolarmente, è posta una barra Cc che porta alle due estremità 2 leve mobili, C D e c d, l'estremità delle quali s'incastano nei denti di un rocchetto che porta la sfera dei secondi; le due leve funzionano come una specie di macchina di Lagarouste o un cliquet⁸. Quando il pendolo farà un'oscillazione a sinistra, la leva c d scenderà facendo avanzare un dente del rocchetto, nello stesso tempo la leva D D passerà da un dente al successivo e sarà quindi in grado di spingere il rocchetto. Quando il pendolo, tornando verso destra, farà abbassare la leva C D, anche la leva c d, tenuta in contatto del rocchetto da una molla in c, passerà al dente successivo.”



Riassumendo il movimento di Lepaute è costituito da 2 ruote dentate (rispettivamente con 30 e 60 denti) e da 2 ruote partitore che, attraverso dei pioli (*chevilles*) inserite sulle superfici, provvedono ad alzare i martelli della suoneria ed a ridare la spinta al pendolo utilizzando delle palette (4 piani inclinati) sull'asta del pendolo. La ruota dei quarti ha su di un lato 72 di questi pioli e 30 di questi sollevano i martelli. L'altro lato porta anche 72 pioli, 36 dei quali restituiscono la spinta al pendolo mentre gli altri, agendo sui leveraggi, provvedono al loro sganciamento ed all'avanzamento della ruota. La ruota partitora delle ore ha

⁸ La Garouste fu un inventore del XVII secolo, che realizzò anche un meccanismo a ruote dentate per il sollevamento dei pesi equivalente all'attuale cric.

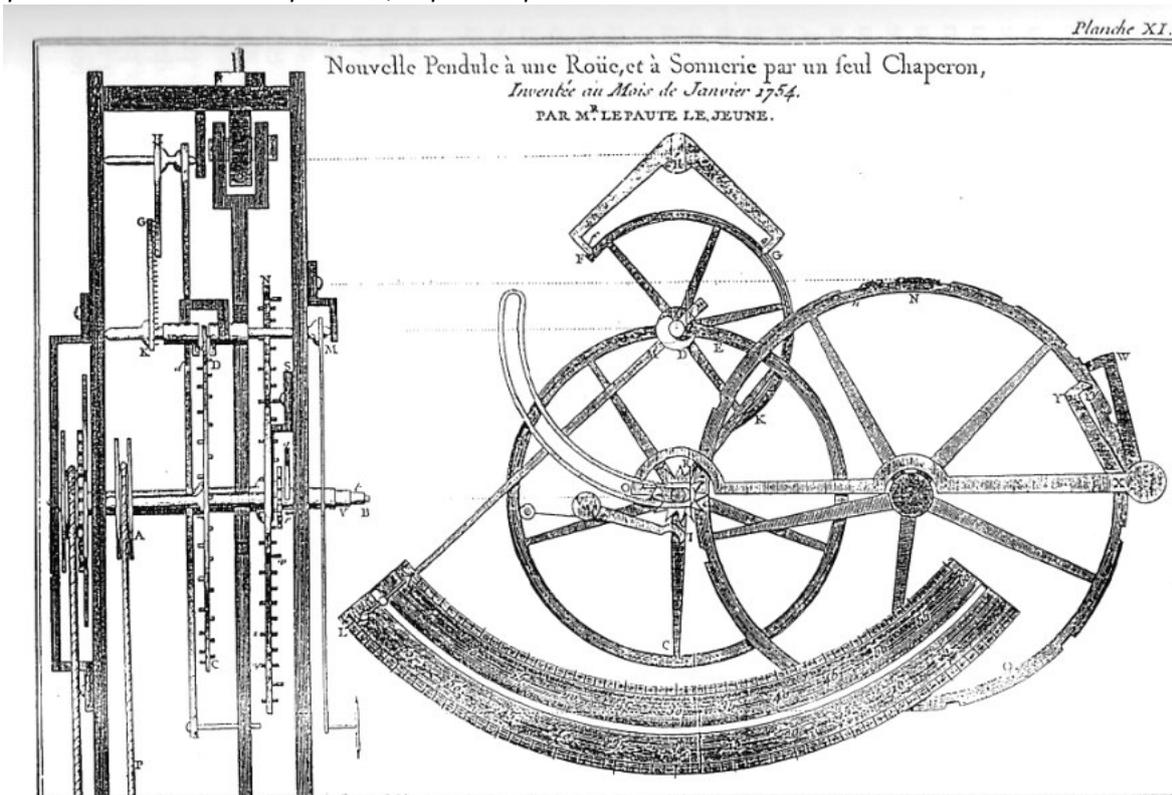
invece 78 pioli che sollevano i martelli e di questi 39 sono più lunghi per agire sulle palette poste sull'altro lato dell'asta del pendolo.

Concludendo la sua descrizione, Lepaute dice che il movimento può essere ancora più semplificato eliminando una ruota partitora e facendo l'altra più grande. Pur vantandosi di aver ideato una pendola senza ruota di movimento, e non utilizzando rastrello e pignoni (il riferimento polemico alla pendola di Le Roy sembra evidente) Lepaute conclude con una onesta ammissione. Riconosce infatti che una pendola così costruita avrebbe dei grossi problemi d'isocronismo sia per l'interferenza delle vibrazioni tra suoneria e pendolo che per il principio di recupero della spinta al pendolo che così riceverebbe 12 impulsi a mezzogiorno per poi riceverne uno solo nell'ora seguente.

La seconda pendola (ideata dal fratello Jean-Baptiste Lepaute)

Si tratta di una pendola con una sola ruota, suoneria ed una sola ruota partitora che, forse seguendo il suggerimento del fratello, è una sola ed è di maggiori dimensioni di quella del precedente orologio. Lepaute inizia la descrizione⁹ dicendo:

"Il peso P è sospeso ad una corda che passa su una puleggia A munita di punte e costituisce il motore principale della pendola; la puleggia è fissata sull'asse della ruota D C, unica ruota di movimento che compiendo il suo giro in un'ora porta la lancetta dei minuti; un ponte (coq) S supporta la ruota all'interno della gabbia del movimento in modo che l'estremità B del suo asse possa portare il canotto della lancetta delle ore ed una stella R. Quest'ultima ruota passa tra due strisce d'acciaio D e d formando uno scappamento descritto al capit.XIV¹⁰; la parte d passa dietro la ruota mentre D è davanti."



Anche di questa pendola non abbiamo alcuna notizia di una sua concreta realizzazione.

⁹ Cap.XI psg. 139 del *Traité d'horlogerie* di J.A Lepaute

¹⁰ Cap.XIV psg. 191 del *Traité d'horlogerie* di J.A Lepaute

La Pendola ad una ruota di Samuel Roi



Le ricerche di Pierre Le Roy e di Lepaute evidentemente furono di stimolo per altri orologiai, se qui possiamo citare un altro lavoro fatto da un artigiano svizzero e dai suoi tre figli: Samuel Roi et fils¹¹ a Chaux-de-Fonds intorno al 1780. La cassa della pendola è in legno rivestito noce ed ha le seguenti dimensioni:

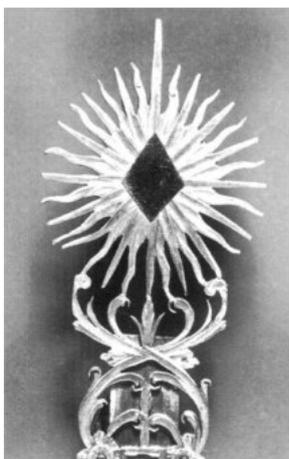
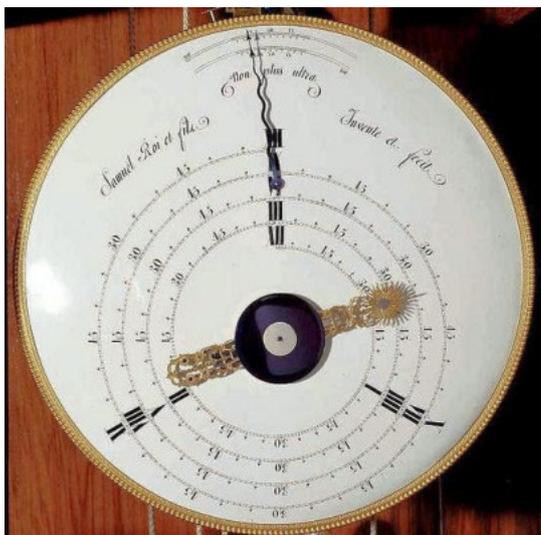
- Altezza 195 cm
- Larghezza 50 cm
- Profondità 32 cm

Costruita senza pignoni ha una sola ruota per il movimento ed una per la suoneria (suona le ore ad ogni quarto). Indica le ore, i minuti ed i secondi, ed ha un'autonomia di carica di 8 giorni. Ha un pendolo con barre in acciaio ed in ottone che pesa 11 kg.

Descrizione

Il quadrante, per mezzo di un'unica lancetta, indica le ore ed i minuti che sono rappresentati su una spirale. La lancetta è automaticamente estensibile in funzione della sua posizione sulla spirale. Avremo quindi la sua minore estensione al 12 mentre comincerà ad estendersi seguendo il percorso orario sulla spirale.

Le foto mostrano l'eleganza della lancetta estensibile.



Le scritte sul quadrante (il latino è approssimativo) riportano: *Samuel Roi et Fils Invenit et fecit; Non plus ultra* sotto l'arco dei secondi, forse per orgogliosamente indicare quanto di più avanzato nell'orologeria del periodo.

La lancetta dei secondi si muove per un minuto da sinistra verso destra, per poi iniziare a muoversi, nel minuto successivo, da destra verso sinistra. Tutto avviene, in modo analogo alla pendola di Pierre Le Roy, in un arco di circonferenza con doppio indice. Il movimento ha una sola ruota, con 90 denti, che funziona sia come ruota motrice che di scappamento.

Essa compie un'intera rivoluzione in 3 ore. L'energia al movimento è fornita da peso e contrappeso, con il sistema di corda senza fine di Huygens con 8 carrucole. Il peso scende per un quarto della lunghezza del cavo consentendo una riserva di carica di 8 giorni. Il contrappeso, tendendo la corda, mantiene costante la forza.

¹¹ <http://mb.nawcc.org/showthread.php?48953-April-Samuel-Roy-and-sons-One-wheel-clock-circ-1780>



Meccanismo del tempo dell'orologio di Samuel Roi.



La suoneria

Il meccanismo di suoneria, come il movimento, ha una sola ruota. Comprende la piastra per l'ora ed il quarto d'ora, la ruota a pioli per il sollevamento dei martelli, la ruota motrice del meccanismo di suoneria, che è dotato di un peso, ed, infine, un dispositivo *avant-retard* con un pendolo supplementare. Questo pendolo regola la velocità del meccanismo della suoneria, pronto ad agganciare il fermo quando l'orologio ha suonato il giusto numero di colpi.

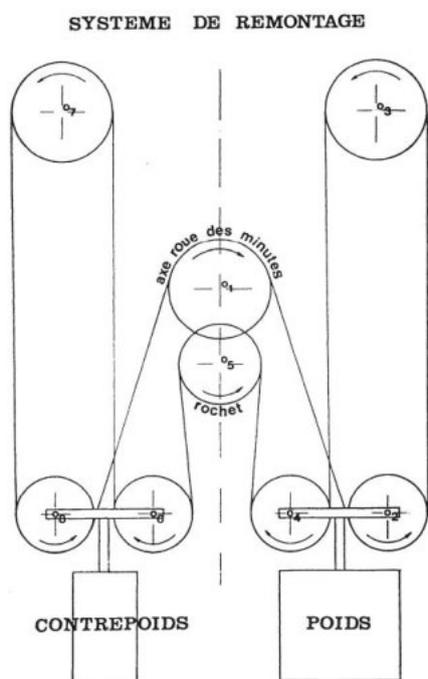
Osservazioni di Jean Claude Nicolet sul pendolo ad una ruota di Samuel Roi ¹²

*"...Nel pendolo di Lepaute la ruota porta sul suo asse sia una ruota che un pignone di minuteria che ingaggiando rispettivamente una *chaussè* che una classica ruota delle ore risulta tutto come in un morbier. La pendola detta "ad*

una ruota" di Lepaute e, di conseguenza, quella di Leroy al British Museum, contano in effetti 3 ruote e 2 pignoni. E' a questo punto che si rivela il genio inventivo di Samuel Roy che, per mantenere una sola ruota, inserisce sull'asse non la minuteria, ma una sola lancetta estensibile che indica sia l'ora che i minuti

¹² Da un articolo di Jean-Claude Nicolet pubblicato su *Chronométrophilia* N° 21, 1986, pp. 14-27

utilizzando la rappresentazione numerica a spirale dipinta sul quadrante. L'allungamento della lancetta è guidato da un taglio a forma di spirale praticato nella falsa-platina del quadrante. Partendo dai minuti vicino al centro del quadrante, La lancetta si allunga durante il giorno effettuando 4 percorsi di 3 ore ciascuno sino ad avere la massima estensione, alle ore 12 si ritrae istantaneamente per poi riprendere nelle 12 ore successive... “



La forza motrice

La ruota del movimento, compiendo un giro ogni 3 ore, determinerebbe una rapida discesa dei pesi garantendo un'autonomia di carica di solo 2 giorni. Per ovviare a questo inconveniente Samuel Roi realizza un sistema di carica "a corda senza fine" tipo Huygens, con pesi e contrappesi a rinvio. Egli realizza un doppio sistema di rinvio, utilizzando 8 pulegge, attraverso le quali passa la corda in un ordine ben preciso. (v.figura) Così la discesa dei pesi corrisponde ad un quarto della lunghezza della corda liberata, portando la durata di marcia fra due cariche, ad 8 giorni. Inoltre, agendo sulla corda in corrispondenza del rocchetto O_6 si rialza il peso senza arrestare la forza motrice che rimane costante. Questa, durante la ricarica, è una necessità per tutte le pendole con la sfera dei secondi.

Qualcuno può anche obiettare sulla semplificazione derivante dall'aggiungere un sistema di carica ad 8 pulegge sul già complicato meccanismo di una pendola ad una ruota, che è di già più complesso di un movimento con più ruote. Infatti, basti ricordare che Lepaute termina la descrizione del suo orologio dicendo: "Questa è l'opera di orologeria più difficile che io conosca".

Il bilanciante

Per non essere influenzato dal movimento del rastrello e dato che riceve un solo impulso al minuto, il pendolo deve essere necessariamente pesante. Questo ha una massa di 11 kg ed è un simil-compensato.

La suoneria

Una stella fissata sulla ruota del movimento solleva un braccio che, ad ogni quarto, ricade su di una leva che libera la suoneria. Si tratta di una 'grand sonnerie' che ripete le ore ad ogni quarto ed anche qui, Samuel Roi ha dato prova di grande immaginazione. Come il movimento anche la suoneria ha una sola ruota che, di volta in volta, ha le funzioni: di contare ore e quarti, di sollevare i martelli della campana, di ruota motrice della suoneria munita di un peso, ed, infine, di "vite et lent" con un pendolo addizionale. Questo pendolo regola la velocità della suoneria e, in parziale equilibrio, s'incastri nella leva che attende un nuovo sganciamento dopo che l'orologio ha suonato un certo numero di colpi."

Sempre dall'articolo di Jean-Claude Nicolet apprendiamo che quest'orologio, prima di diventare proprietà del MIH, apparteneva a Jacob Robert, direttore della fabbrica di orologeria di Fontainemelon, che, pur possedendolo da molto tempo, non l'aveva mai visto funzionare. Nel 1865 fu affidato all'orologiaio Charles Couleru e l'anno successivo al figlio Charles Frédéric Couleru che lo ebbe in assistenza sino al 1911 prima di passarlo, sino al 1983, al figlio Charles Couleru. L'orologio è quindi rimasto 118 anni nella stessa famiglia ed assistito da 3 generazioni di Couleru, prima di diventare di proprietà del Museo.

Roi, Samuel

Nasce il 6.3.1746 a Fontaines (NE), muore il 30.6.1822 a La Chaux-de-Fonds, rif., di Thielle (oggi com. La Tène). Figlio illegittimo di Marie Madeleine R. ∞ Madeleine Ducommun. Compì un apprendistato come orologiaio e in seguito fu operaio specializzato in pendole presso Josué Robert & fils a La Chaux-de-Fonds (1762-1770) e maestro orologiaio per piccoli e grandi formati a Fontaines (1770 ca.). Dopo il matrimonio, soggiornò a Neuchâtel e nel 1788 ca. si trasferì a La Chaux-de-Fonds. Associatosi ai figli, influenzò sia l'estetica che la meccanica dei loro orologi. Nel 1795 ca. l'atelier si specializzò nella costruzione di orologi destinati a edifici pubblici. Nell'ambito di tentativi di semplificazione dei meccanismi, R. realizzò alla fine del XVIII sec. una pendola a una ruota e diede seguito a lavori per Abraham-Louis Breguet. Tra i principali soci commerciali di quest'ultimo, i R. contribuirono anche alla realizzazione di orologi marini per la sua officina di Le Locle. Oltre a Breguet i R. intrattennero relazioni commerciali con altri artigiani residenti a Parigi, tra cui il doratore Charles le Duc. La Casa esportò anche in Portogallo.

Bibliografia

– E. Breguet, *Breguet*, 1997

Autrice/Autore: Estelle Fallet / fga

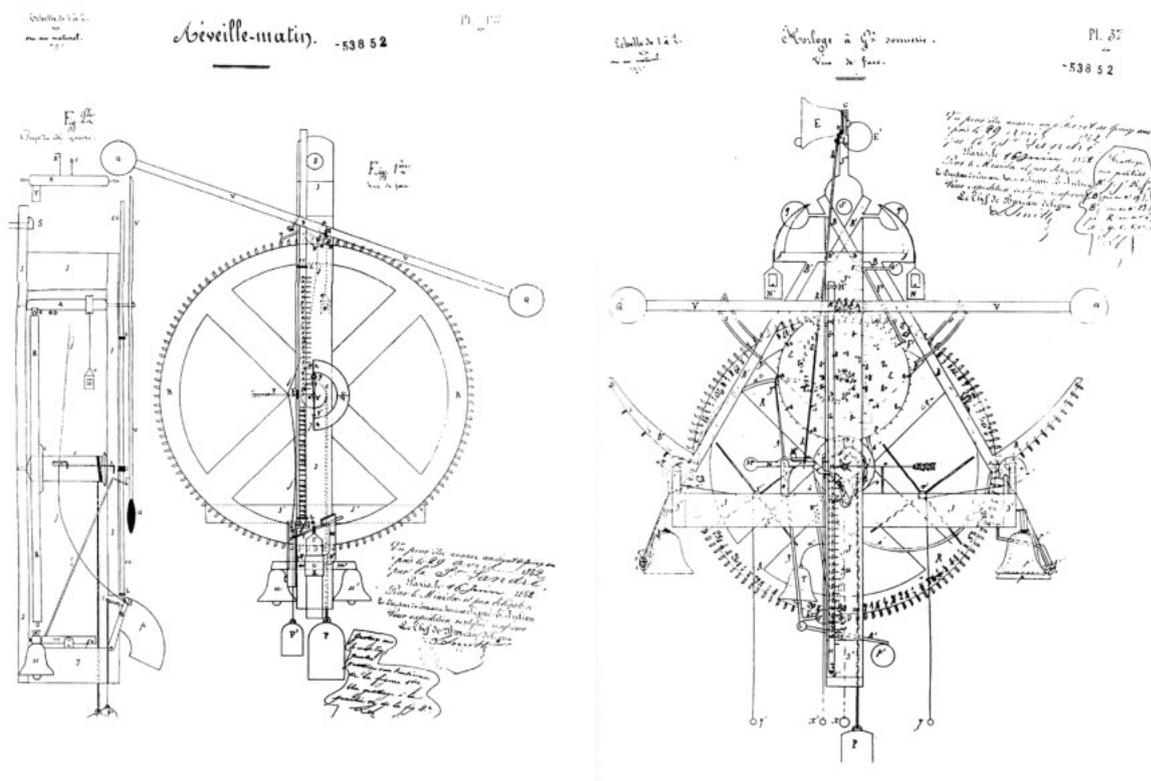
<http://www.hls-dhs-dss.ch/textes/i/I46261.php>

Samuel Roi fu orologiaio abile ed apprezzato per la sua abilità tecnica (vedi brevi cenni biografici nel riquadro accanto), tanto che Breguet gli commissionò la costruzione del suo pendolo a tre ruote.¹³

¹³ Vedi il mio "Il 3 ruote di Breguet": <http://www.oro-logiko.it/forum/viewtopic.php?t=8175&start=0>

Un brevetto di Joseph Alexandre Boudin

La richiesta di brevetto venne presentata il 23 Gennaio 1836 da quest'orologiaio di Avallon ma residente a Parigi presso Monsieur Lechevalier, Place Saint Sulpice 8. Lo scopo era quello di "un nuovo sistema di orologeria". Le motivazioni: "Eliminare ruote e pignoni a causa dell'immenso lavoro che richiedono, senza tuttavia riuscire a garantire una perfetta regolarità e nonostante la più accurata lavorazione, oltre alla dispersione d'energia degli ingranaggi."



Sia la descrizione che i disegni non appaiono molto convincenti ed in un primo momento la Commissione invitò Boudin a ritirare la sua richiesta ma, probabilmente per le sue insistenze, gli fu concesso l'8 Giugno del 1836 il brevetto per la durata di 15 anni,. Dopo di che non si hanno più notizie né di sue realizzazioni né dell'orologiaio stesso.

Una realizzazione moderna (l'Audacieuse)

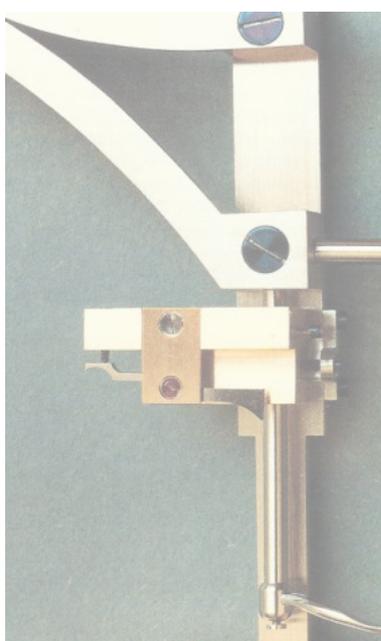


Sponsorizzata dalla società di assicurazione Rentenestalt, il 22 Ottobre 1986 al Musée international d'Horlogerie di Chaux-de-Fonds, viene presentata dal grande orologiaio, Jean Claude Nicolet, una pendola con un solo ingranaggio. Realizzato nell'ambito della Scuola di orologeria di Chaux-de-Fonds, presenta diversi motivi d'interesse:

- dopo quello di Pierre le Roy (British Museum) e quello di Samuel Roi, è il terzo pendolo ad una ruota realizzato e funzionante;
- è stato costruito su un progetto nato all'interno della Scuola, con un concorso interno, tra una ventina di progetti, che ha scelto il più complicato ed il più industrialmente irrealizzabile;
- realizzato dagli allievi del corso di Restauro di Orologeria Antica sotto la guida di Jean Michel Piguet.

Sono interessanti le considerazioni di Nicolet sulle motivazioni che hanno spinto, in tempi diversi, la ricerca verso meccanismi con un minor numero di ruote. In un meccanismo tradizionale l'85% dell'energia, fornita dai pesi o da una molla, prima di arrivare al pendolo, viene assorbita dai ruotismi e dallo scappamento. I pivot, su cui viene esercitata una fortissima pressione, sono soggetti, nonostante la lubrificazione, all'usura dei pivots ed alla ovalizzazione dei fori d'alloggiamento. E' stato calcolato che il pivot della prima ruota successiva al bariletto, è sottoposto ad uno sforzo 10 volte maggiore del limite ammesso in meccanica per la maggior parte degli orologi classici. Si è visto che i pivot di queste ruote sono spesso usurati dopo 15.000 giri anche se bisogna dire che questi rappresentano 15 anni di continuo funzionamento.

Premesse tecniche



Per consentire quindi all'oscillatore (pendolo) di ricevere la maggior parte dell'energia, occorre ridurre il numero delle ruote. Si calcola infatti che ogni ruota consumi il 10% dell'energia che l'attraversi. Inoltre si è ipotizzato che piuttosto di fornire al pendolo una piccola quantità d'energia ad ogni alternanza, di fornirne una quantità maggiore ma meno di frequente. Ad esempio una spinta al minuto invece di due al secondo. Ferdinand Berthoud ha dimostrato che un pendolo pesantissimo che batte i secondi può

Foto del pendolo. Nella foto a sinistra si distinguono: la sospensione 'a coltello', a destra la leva d'impulso ed a sinistra il contrappeso. La foto a destra ci mostra un dettaglio della parte posteriore del pendolo

oscillare anche 24 ore senza interferenze. Ma in questo caso è stato previsto che il pendolo riceva un impulso al minuto e che sia la ruota dei minuti a funzionare come ruota di scappamento. Questa è fornita di 60 denti che in successione agiscono su una paletta posta sull'asta del pendolo e regolabile nella superficie di contatto offerta. La paletta inoltre ad ogni impulso ricevuto, aggancia uno dei 60 denti della

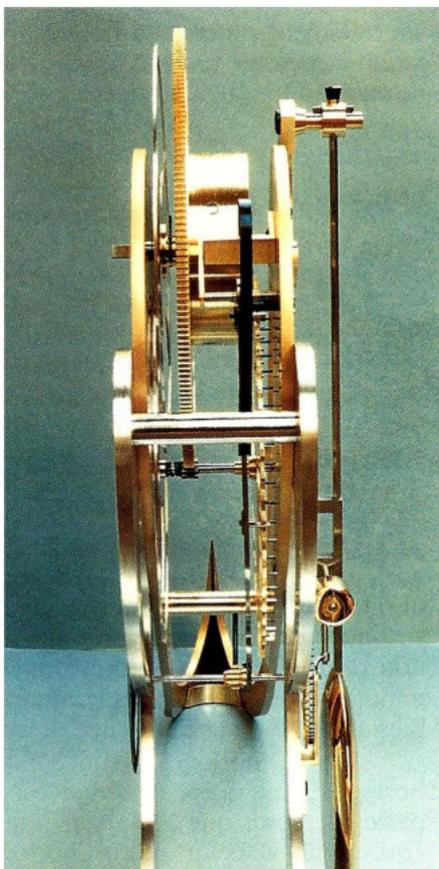
ruota dei secondi. Questa compie un giro al minuto e sul suo asse porta un perno che sgancia un blocco della ruota dei minuti che, facendo un salto, restituisce al pendolo l'energia persa durante il minuto. Si tratta di uno scappamento, creato per quest'orologio, che si può definire *à detente à 119 coups perdu*, poiché ha una sola azione motrice ogni 120 alternanze.

La ruota dei minuti è connessa ad un bariletto con 240 denti e con un pignone a 10 ali e che compie un giro al giorno; questa caratteristica ha consentito di fargli muovere, per frizione, il disco delle ore. L'ingranaggio bariletto-pignone dei minuti è l'unico ingranaggio dell'orologio e questo ha consentito di utilizzare una



molla non particolarmente potente, ma quella di un normale pendolo che marcia per 12 giorni, fornendo invece a quest'orologio energia sufficiente a 18 giorni di carica.

Il disegno non convenzionale dell'orologio è il risultato di un concorso fra gli allievi della Scuola d'Arte di Chaux-de-Fonds, che ha comportato la trasformazione del progetto meccanico originale che prevedeva l'utilizzo delle lancette, con una chiocciola per i secondi ed una doppia chiocciola (due diversi colori per giorno e notte) per le ore segnate su una platina. La lettura non è agevole ma in carattere con la caratteristica di completa diversità, rispetto alla tradizione, dell'intero orologio.



Il quadrante (di non facile lettura) con l'indicazione ore notturne/diurne; vista laterale del movimento.

Come si può leggere nell'incisione sulla lente del pendolo, gli autori di questo lavoro (chiamato a ragione *l'Audacieuse*) sono:

- Creazione di J.C. Nicolet
- Realizzatori: J.M. Piguet (insegnante della Scuola di Orologeria) e di E. Coudray, S. Girardot, M. Bossart, J. Remont
- Design: B. Ritz

Alcune annotazioni sui pendoli ad una ruota

- Innanzi tutto si può dire che di pendoli effettivamente ideati con una sola ruota di movimento, si possono considerare solo quello di J.B. Lepaute, del 1754, e quello di Samuel Roi.
- Ad eccezione del pendolo della Scuola di Orologeria, ultimo censito, gli altri utilizzano tutti i pesi come fonte d'energia. A motivo di ciò, sia la maggior regolarità di erogazione rispetto alla molla, ma anche la possibilità di utilizzare la carrucola per svolgere altre funzioni oltre a far scorrere una corda.
- Altra differenza che si presenta tra i vari progetti, riguarda l'ammortamento del pendolo. Solo quello di Lepaute restituisce l'impulso ad ogni alternanza. Ma solo quando utilizza i colpi della suoneria a questo scopo, infatti Lepaute stesso è costretto a fare autocritica.
- Banalmente si può dire che la ricerca di semplificazione ha portato a grandi complicazioni sia di teoria che di realizzazione. Infatti i progetti che si sono realizzati sono tutti "figli unici", in quanto le difficoltà hanno scoraggiato il loro autori a duplicarli.
- Jean Claude Nicolet afferma che una delle maggiori difficoltà che si presentano nella costruzione di un movimento ad una ruota, è quella della superficie disponibile che, anche se superabile per un pendolo, è stato ritenuto impossibile negli orologi da persona dove lo spazio è di circa 12/15 cm². Proprio a ragione del superamento di questa difficoltà egli mostra tutta la sua ammirazione per la realizzazione di cui ci occuperemo nel capitolo successivo: l'orologio da persona ad una ruota di Gautrin.

Considerate le molte citazioni, mi sembra corretto rendere omaggio a Jean Claude Nicolet, un grande orologiaio ancora vivente. Ecco come lo cita World Tempus:

Prix: Gaïa Premier artisan-créateur à recevoir, en 1993, cette suprême marque de reconnaissance, le maître horloger Jean-Claude Nicolet est suivi dans la même catégorie par François-Paul Journe (1994), Michel Parmigiani (1995), Philippe Dufour (1998), George Daniels (2001) et Anthony G. Randall (2003). Des sommités qui lui vouent reconnaissance et respect. Né en 1932 aux Ponts-de-Martel, il obtient sa Maîtrise



fédérale d'horloger rhabilleur, puis un diplôme de technicien d'exploitation. Il s'engage chez Cortébert Watch et Zenith avant de se consacrer à l'enseignement de l'horlogerie tout en poursuivant une activité de constructeur indépendant. Souvent avec la collaboration de ses élèves, il réalise des créations surprenantes et originales. Comme l'Audacieuse, une horloge exceptionnelle munie d'un échappement à 119 coups perdus et un seul engrenage (collection MIH, Musée international d'Horlogerie). Comme aussi son horloge astronomique à complications multiples (une vingtaine), considérée comme un summum de simplification, avec ses

seulement 653 pièces et son système étonnant à «chaîne sans fin». Une construction à titiller les plus acharnés collectionneurs du monde.

I due orologi da persona con una ruota di Gautrin



Quadrante e movimento dell'orologio ad una ruota del Museo di Ginevra, costruito nel 1796. Firmato Gautrin à Paris, indica ora, minuti ed i secondi su un arco di cerchio.

Si trovano oggi, il primo, al *Musée de l'horlogerie et de l'émaillerie* di Ginevra ed il secondo, presso il *Musée de la Montre Droz-Flores* di Villers-le-Lac. Si tratta degli unici orologi da persona esistenti, ideati e costruiti da Pierre-Lambert Gautrin mentre il secondo porta anche il nome del figlio, Pierre François.

Il 1737 non si sa bene se sia l'anno di nascita (Baillie) o l'anno in cui Pierre-Lambert Gautrin è nominato maestro (Tardy), mentre è certo che nel 1767 diventa maestro il figlio Pierre-François che si associa nella bottega paterna. Ciò fa supporre che la data di nascita di Pierre-Lambert sia anteriore a quella indicata dal Baillie. Esistono diversi orologi, firmati Gautrin o Gautrin et fils, di raffinata esecuzione e dotati di complicazioni astronomiche, ripetizioni, scappamenti a cilindro e sofisticate soluzioni costruttive.

Nel Novembre del 1796 Gautrin presenta al Ministero dell'Interno due orologi, uno a cilindro e l'altro ad una ruota, chiedendo che vengano ammessi al Musée des Arts. La Commissione esecutiva redige un rapporto, firmato da Jean-Baptiste Leroy e da Ferdinand Berthoud, in cui apprezza i miglioramenti apportati alla precisione dello scappamento a cilindro ed elogia l'ingegnosità dell'orologio con una sola ruota, ma si dichiara contraria all'ammissione al Museo dicendo che non gli viene riconosciuto alcun progresso nel campo dell'orologeria. Raccomandano tuttavia di ricompensare l'abilità e l'ingegno dimostrato ed anche a fornire l'incoraggiamento dovuto dal Governo a scienziati ed artisti. Il Ministro quindi concede a Gautrin la somma di 300 franchi che rappresenta la somma massima dovuta come incentivo.

Non si può avere il dubbio che il giudizio di Ferdinand Berthoud e di Le Roy, siano inquinati da una sorta di gelosia professionale, quanto che sia stato motivato, piuttosto, dal riconoscere le difficoltà di costruzione di questo tipo di meccanismo, senza avere comunque dei vantaggi di precisione o di robustezza.

L'orologio presentato è quello che oggi si trova al Museo di Ginevra e che indicheremo come il primo, anche se Gautrin dichiarò di averne costruito un altro che, 15 anni prima, aveva venduto al cittadino Luigi Capeto, nome assunto da Luigi XVI in seguito alla rivoluzione. Di quest'orologio non si ha comunque nessuna traccia.

Descrizione del meccanismo dal Journal Suisse d'Horlogerie, Luglio 1844

Neuvième Année.

N° 1.

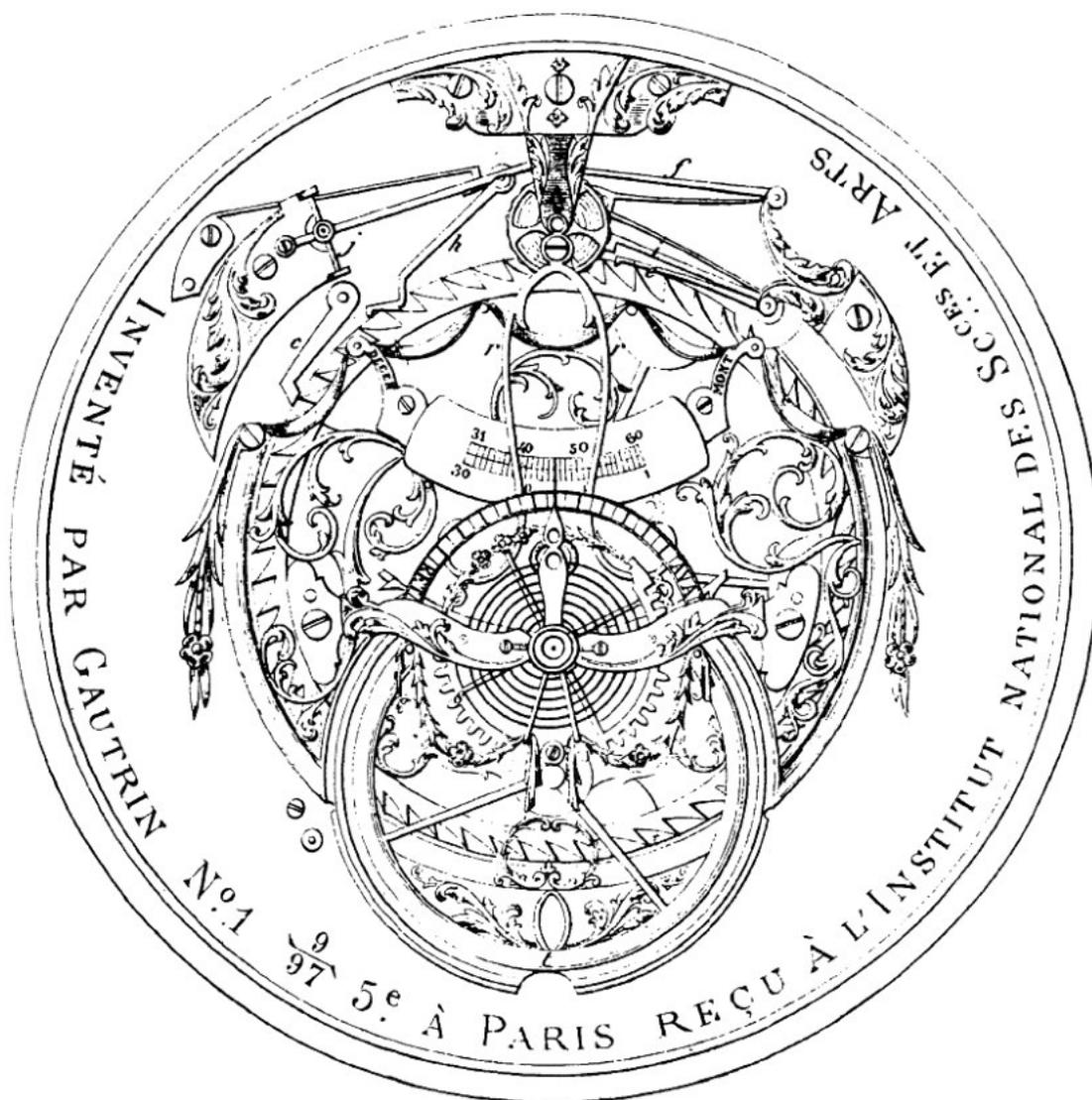
Juillet 1844

JOURNAL SUISSE D'HORLOGERIE

REVUE HORLOGÈRE UNIVERSELLE

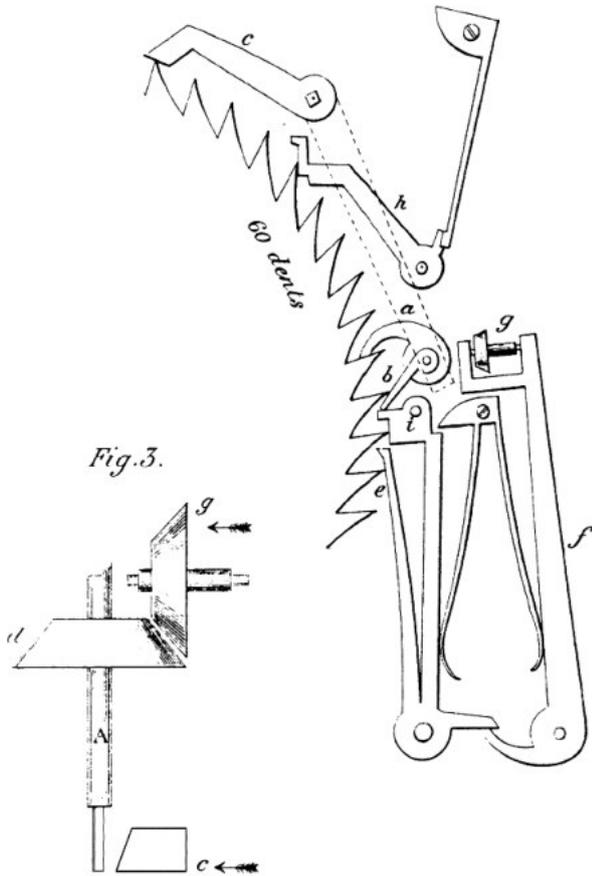
“Una grande ruota con 60 denti occupa il centro della platina. Misura 33 mm di diametro e, sul suo asse, ha due pignoni. Il primo con 15 ali riceve la forza motrice, con l'intermediazione di un conoide, da un bariletto con 70 denti. L'altro pignone, con 10 ali, guida la minuteria. Questa è composta da una ruota da 30 con un pignone da 10 che dà il movimento ad una ruota da 40 sulla quale è fissata la lancetta delle ore. La funzione della grande ruota è quadrupla. In primo luogo aziona una leva **a** (fig.2) fissata all'asse verticale

Fig.1.



A (fig.1). Quest'ultimo porta: una leva di sganciamento **b**, un piccolo bariletto la cui estremità gira con lo stesso asse ed un doppio rastrello **r** (fig.1) i cui denti sono tagliati con un angolo molto acuto ma sovrapposti e con senso inverso fra di loro.

Fig. 2.



L'asse porta anche, nella parte inferiore, un disco conico **d** (fig.3) ed un secondo rastrello munito di contrappeso che mantiene in equilibrio l'asse e tutti i suoi accessori. In secondo luogo, la grande ruota agisce su una leva **c** che solleva l'asse spostandolo verticalmente. La stessa ruota aziona una leva **e** (fig. 1 e 2) che fa muovere un'altra leva **f** che porta un disco conico, in oro, **g** destinato a far scendere l'asse. Agisce infine su una leva **b** che serve a restituire impulso alla stessa ruota nel momento in cui rallenta la sua azione a causa della risalita dell'asse.

Il doppio rastrello non è altro che una doppia sezione di una ruota di scappamento a virgola; la ruota agisce su due virgole, fissate in senso inverso l'una all'altra, sullo stesso asse che porta una semicirconferenza dentata **s** (fig.1) che ingrana con l'asse del bilanciere **t**. Quest'ultimo non porta la spirale che è invece sull'asse delle virgole. Il piccolo bariletto è fissato da un gancio esterno nel quale viene a posare l'estremità di un giunto cardanico **j** (fig.1) reso necessario dallo spostamento verticale dell'asse.

Un componente, di cui non abbiamo ancora parlato, è la leva **i** sulla quale si ferma la grande ruota e che aziona la leva **f** che porta il disco d'oro. Ecco come funziona questo meccanismo.

La grande ruota riceve l'energia motrice e la trasmette all'asse per mezzo della leva **a**.

Durante quest'operazione l'asse è sollevato e dunque il doppio rastrello agisce sulla virgola superiore, muovendosi da sinistra a destra, nella posizione della figura; nello stesso tempo arma la piccola molla. Arrivato al limite della sua corsa, non trovando più denti, esso scappa e per questo motivo la leva **c** che manteneva l'asse sollevato, trova lo spazio libero tra due denti, cade in quest'intervallo e non mantiene più l'asse nella sua posizione. Nello stesso tempo il disco d'oro **g**, si appoggia sul disco **d**, portato dall'asse e lo forza a discendere. L'asse dei rastrelli è dunque in basso, la grande ruota nello stesso tempo è caduta sulla leva di riposo **i**, in modo che abbia solamente la piccola molla armata che possa fornire forza motrice, in senso inverso a quella della molla principale. Quindi la virgola in basso, agganciata al rastrello inferiore, continua a dare impulsi sino a quando, arrivata a fine corsa, scappa.

Nello stesso tempo il dito di sganciamento **b** solleva il becco **i** sul quale è ferma la grande ruota. Quest'ultima trovandosi sganciata, aziona la leva **a**, nello stesso tempo la leva **c** fa salire l'asse ed il rastrello superiore si trova in presa con la virgola superiore. Quindi il meccanismo ripete la stessa serie di operazioni."

A maggior chiarimento dell'insolito movimento riporto la traduzione, i disegni e le foto di parte di un articolo del 1978, di Richard Rod, restauratore¹⁴.

"Come tutti gli orologi di quest'epoca, il movimento funziona nel classico modo di una molla contenuta in una scatola cilindrica: il bariletto. La forza motrice della molla è regolata da un conoide con

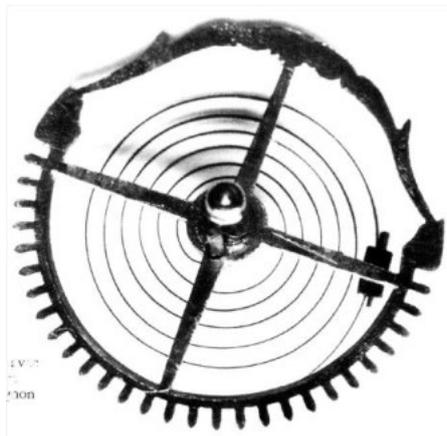


¹⁴ pag. 146 del n.40 di Horlogerie Ancienne.

catena. Il conoide ha una serie di denti che ingranano con un pignone situato sull'asse dell'unica ruota di movimento. Bisogna quindi arrendersi all'evidenza che questo movimento, se si escludono le due piccole ruote delle sfere, funziona con una sola ruota e delle leve. Questa ruota ha 60 denti ed un diametro di 33 mm.

L'organo regolatore è formato da una corona di denti sulla metà della sua circonferenza (foto a destra). La classica spirale e lo scappamento che descriverò in seguito, sono applicati al suo asse. Questa semi-circonferenza ingrana con il pignone di un bilanciante in acciaio lucido; quest'insieme ha il compito di fornire al movimento l'unità di tempo: il secondo. E' su questo intervallo che lo scappamento libera, dente dopo dente, una parte della forza motrice per muovere le sfere.

Fin qui niente di straordinario. Ma dove si manifesta l'eccezionalità del sistema di Gautrin consiste nel fatto che lo scappamento, derivato sia da quello a cilindro che a virgola, riceve l'energia da questa sola ruota che compie una rivoluzione in un'ora. Questo è possibile grazie ad una sezione circolare¹⁵ che porta due serie di denti tagliati in senso contrario e posti su due piani differenti. Il settore effettua un'andata ed un ritorno per minuto e le due serie di denti fungono da intermediari tra lo scappamento e la ruota motrice.



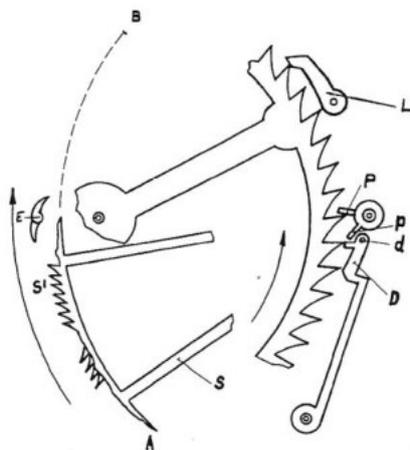
In effetti il nostro ingegnoso orologiaio ha collocato, sullo stesso asse, due scappamenti in senso inverso ed a due diverse altezze. E' in questo che consiste la genialità concettuale dell'orologio.

Lo spostamento verticale del settore alla fine di ogni percorso, permette di mettere in presa i denti con lo scappamento corrispondente. Il settore, a doppia fila di denti, effettua il suo tragitto in 30 secondi. Tra il 30° ed il 31° secondo il suo cambiamento di direzione di marcia ed il cambiamento d'altezza, avvengono simultaneamente.

Un punto importante del sistema è costituito dal fatto che la ruota è motrice solo tra il 1° ed il 30° secondo. E' durante questo lasso di tempo che una parte dell'energia, fornita dalla ruota, arma una piccola molla solidale con l'asse che porta il settore a doppia dentatura. Questa molla assicura, durante la parte restante del minuto, il ritorno del settore all'inizio del suo percorso. La sua azione libera anche la ruota che era rimasta ferma per 30 secondi, ed il ciclo ricomincia.

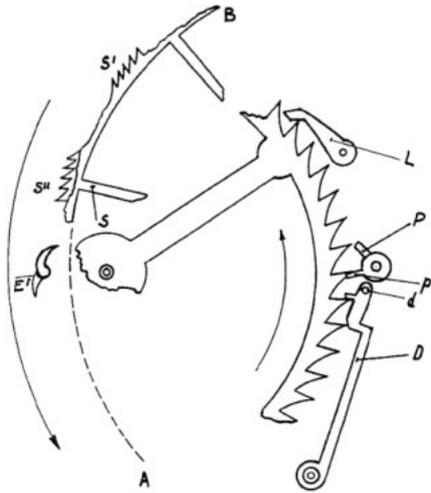
Tutte le funzioni sono comandate da leve azionate dall'unica ruota. La precisione costruttiva è strabiliante e ci lasciano ammirati sia le conoscenze tecniche che quelle manuali dei nostri predecessori.

Il sistema non porta significativi miglioramenti né alla precisione né alla costruzione di orologi in quell'epoca. Gli attriti sono notevoli e comportano l'incostanza delle oscillazioni ed influenzano le regolazioni. Inoltre la delicatezza del meccanismo lo fa considerare come un bellissimo movimento ed un ingegnoso prototipo costruito da Gautrin."



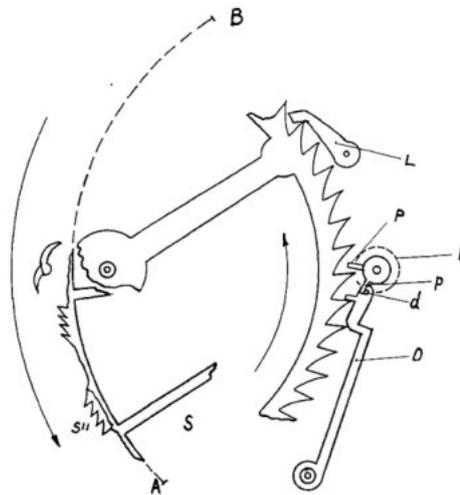
La ruota lascia il becco del *detente* **D**. Dopo una piccola caduta un dente della ruota viene in contatto con la paletta **P**. Al momento della caduta, la leva **L** ha comandato l'innalzamento del settore **S** facendo ingranare la dentatura **S'** con lo scappamento **E**. Il settore **S**, che ha la doppia serie di denti, è solidale con la paletta **P** ed inizia a percorrere l'arco **A-B** sotto la spinta della ruota che è motrice per 30 secondi.

¹⁵ Nel corso del testo viene anche chiamata settore o rastrello.



A. Una piccola paletta **p** sgancia la leva agendo su un piolino **d**; il ciclo ricomincia.

Il settore **S** giunge alla fine della sua corsa, il dente ha lasciato la paletta **P**. Dopo una piccola caduta, un dente si appoggia sul becco di **D** che immobilizza la ruota per 30 secondi. La leva **L** è ricaduta comandando l'abbassamento del settore **S**. In questo momento la dentatura **S'** è in presa con lo scappamento **E'**. Sotto la spinta della piccola molla **R** (punteggiata nella figura seguente) armata durante il percorso **A-B**, il settore ritorna alla sua posizione di partenza.



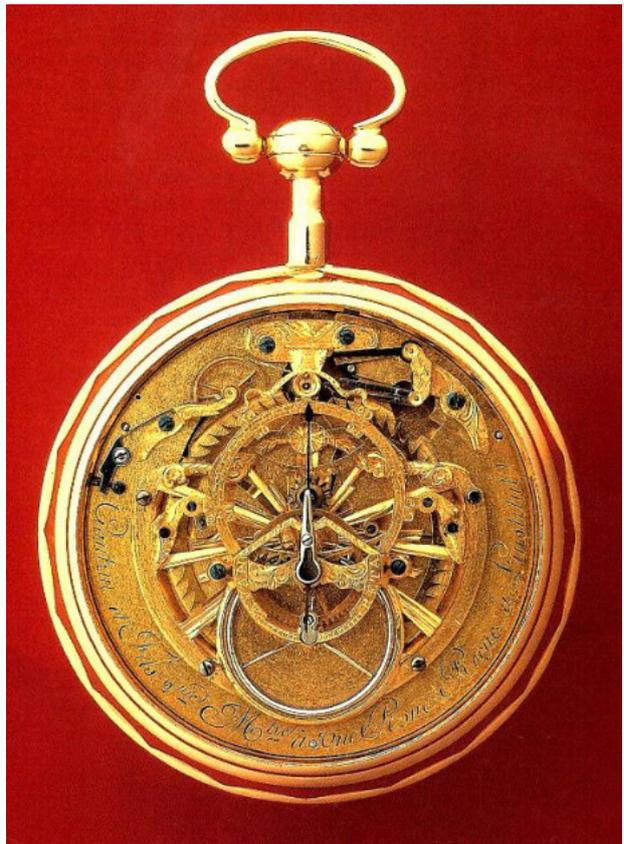
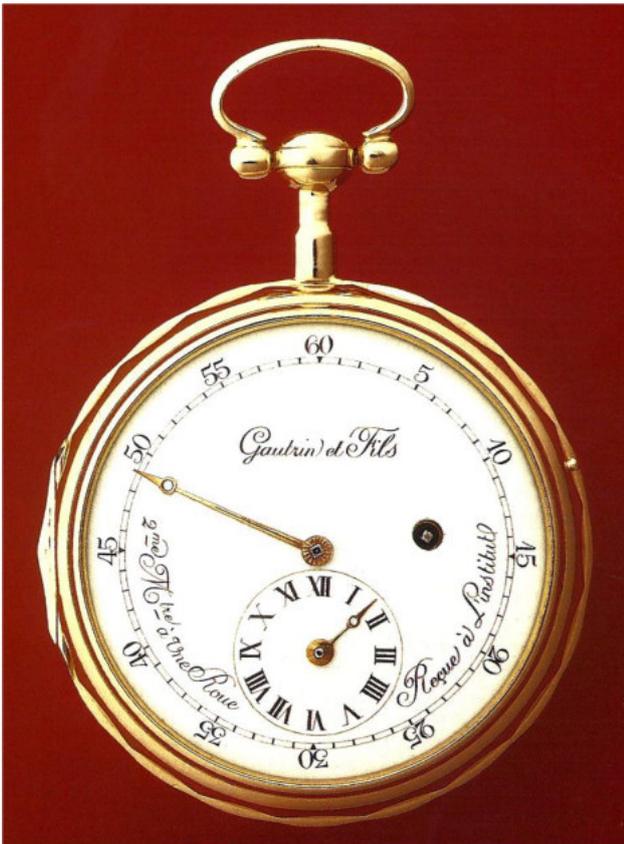
Il settore **S** è quasi arrivato al punto basculante **D**



Alcune parti del Gautrier 1:

1. settore con il contrappeso
2. leva di abbassamento con rotella (bussola) in oro
3. seconda leva d'abbassamento accoppiata con il *detente* d'arresto
4. leva basculante addizionale per alzare il settore.

Il secondo orologio di Gautrin et fils



Anche se il primo orologio ha le caratteristiche di una maggiore accuratezza nella misura del tempo, esistono pochi dubbi che quest'orologio sia stato eseguito per secondo. Rispetto al primo, non viene utilizzato il conoide, un barileto contiene la molla di carica ed è stato eliminato il ruotismo classico della quadratura per le lancette. Queste ed altre differenze sono comunque confrontate in una tabella che li riassume.



L'asse del settore con le altre parti collegate.

Rispetto al primo, questo secondo orologio offre ai lettori della già più volte citata rivista¹⁶, una ricca documentazione che non si limita alla descrizione del funzionamento del movimento, ma è generosa di schemi, di foto e persino di una sequenza fotografica di rimontaggio dell'orologio stesso. Avendo come obiettivo di questo mio lavoro quello d'informare più che istruire, mi sono limitato a riportare solo quello che serve a questo scopo, invitando, chi

volesse approfondire nel dettaglio, alla lettura della fonte citata.

Oltre alla grande ruota dentata, la parte più importante di quest'orologio è costituita dall'asse del settore di scappamento. E' tramite di esso che avvengono le altre funzioni. Ha un'altezza di 9 mm, la parte inferiore oltrepassa la platina del quadrante mentre quella superiore, che porta il settore, è formata da:

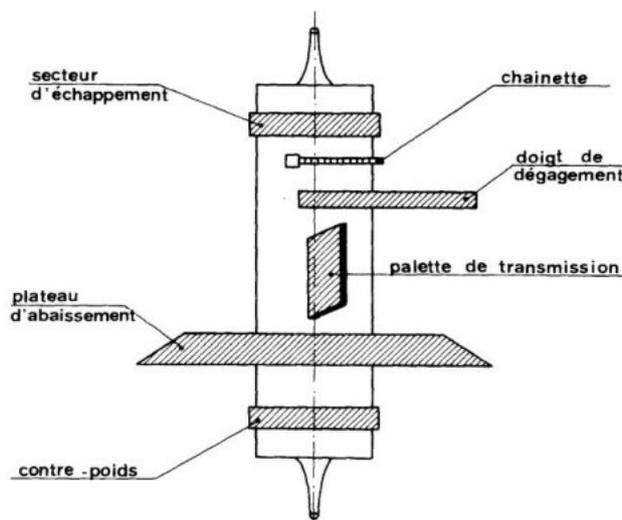
¹⁶ n.40 di Horlogerie Ancienne



La foto mostra il settore con la dentatura di scappamento e quella dei secondi.

- il settore di scappamento (un arco di 60° con un raggio di 20 mm) con nella parte superiore 15 denti inclinati e più in basso, 14 denti che servono per l'indicazione dei secondi;
- un gancio per la catenella che serve al recupero di energia;
- un piolo di 3 mm di lunghezza (*doigt de degagement*);
- una paletta curvata di 2 mm di larghezza (*palette de transmission*);
- un disco, con profilo smussato, di \varnothing 4,70 mm (*plateau d'abaissement*);
- un contrappeso necessario ad equilibrare l'asse.

Lo schema è il seguente:

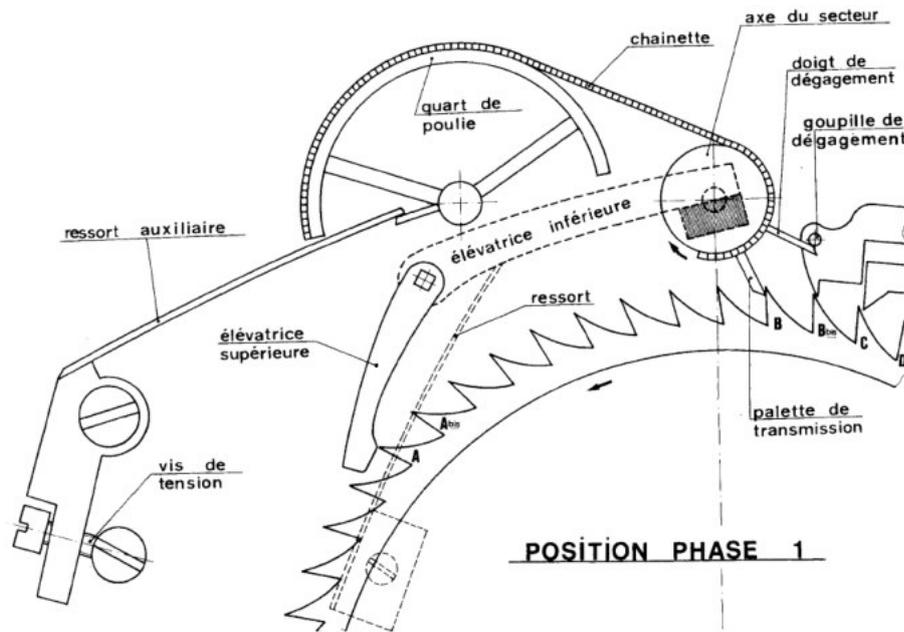


Anche se simile a quello descritto nel primo orologio di Gautrin, riepilogo il funzionamento del meccanismo.

La posizione degli indicatori orari si modifica istantaneamente. Lo scappamento funziona al ritmo di un'alternanza al secondo e tutte le parti del movimento ritrovano la stessa posizione dopo 1 minuto, quindi quando la ruota si è spostata di 6°. Questo ciclo verrà descritto in due fasi distinte da 30 secondi.

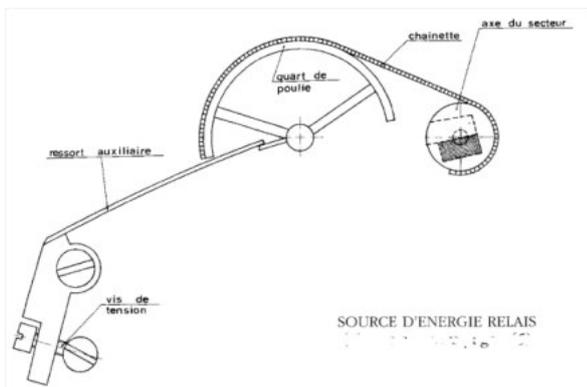
1. Ciascuna fase è prodotta dall'azione dell'energia d'invio e da quella di rimando.
2. il settore di scappamento si trova alternativamente in posizione alta e bassa.

Fase 1. L'energia è fornita dalla molla inserita nel bariletto dentato che ingrana con il pignone della grande ruota. Nello schema successivo occorre notare come solo i denti **A** e **B** intervengono nella fase 1, mentre i denti **C** e **D** rimangono in posizione d'attesa.



Il dente **A** scivola sulla parte inclinata (che precede quella piatta) della bascula elevatrice superiore e la spinge. La bascula elevatrice inferiore percorre lo stesso angolo, la sua estremità smussata incontra il pivot inferiore dell'asse del settore (che supera la platina del quadrante). Lo smusso agisce come un piano inclinato, il pivot slitta e la bascula spinge ed alza il settore. Durante tutta la fase 1, la bascula elevatrice inferiore

funziona da contro pivot all'asse delettore di scappamento. Il dente **A**, durante i 30 secondi della fase, slitta sulla parte piatta della bascula superiore. Il movimento avanza grazie al dente **B** appoggiato direttamente sulla palette curva di trasmissione, posta sull'asse del settore. I denti di quest'ultimo, per mezzo dello scappamento, mantengono le oscillazioni del bilanciere. Nel corso della fase 1 si prepara il caricamento dell'energia di rilascio. La catenella agganciata all'asse del settore, si arrotola su di esso e tira l'estremità agganciata sulla gola del quarto di puleggia. Ciò ha l'effetto di armare la molla destra appoggiata sulla sporgenza dell'asse del quarto di puleggia e permette alla molla di accumulare una certa quantità d'energia (vedi schema successivo).



La foto mostra: la molla diritta con la vite di tensione; il quarto di puleggia; il ponte; la catenella di aggancio.

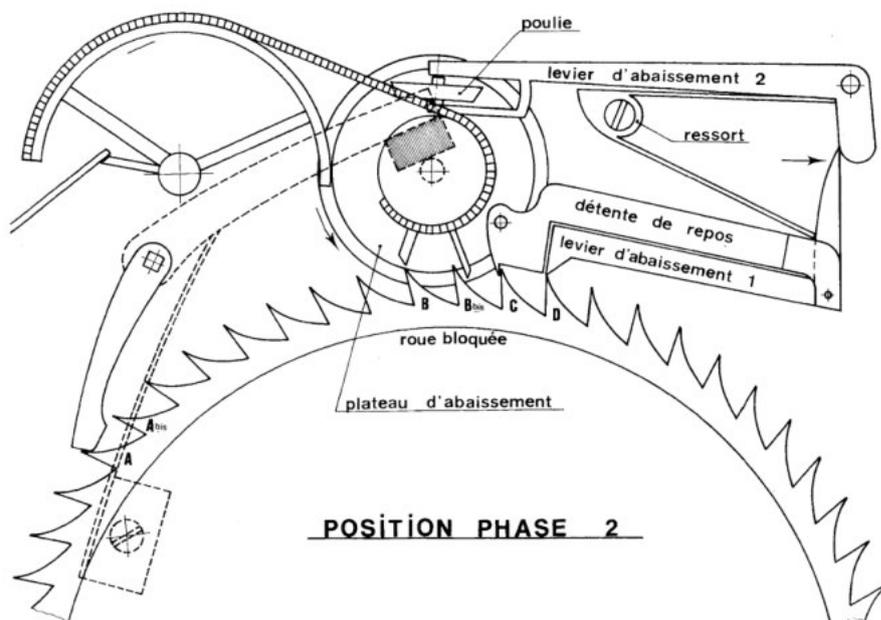
Dopo i 30 secondi di funzionamento (durata della fase 1) la ruota si è mossa di 3°, la sfera dei minuti, ovviamente, di 1/2 minuto e la sfera dei secondi, guidata dal settore, ha percorso l'intero arco dei 30 secondi. Il dente **B**, all'estremità della palette di trasmissione, è pronto a scattare insieme al dente **A** giunto all'estremità della bascula elevatrice superiore. Lo scatto dei denti **A** e **B** e la funzione di abbassamento del settore di scappamento, si compiono in una frazione di secondo.

Per poter permettere al settore di discendere, le bascule elevatrici, superiore ed inferiore, debbono spostarsi. Siccome il dente **A** non sostiene più la bascula elevatrice superiore, questa cade tra i denti **A** e **A bis**, la molla spinge sulla bascula elevatrice inferiore ed il pivot inferiore dell'asse del settore adesso è libero (vedi schema successivo). Contemporaneamente il dente **B** scappa sull'estremità della palette di

trasmissione e libera la ruota. Quest'ultima cade per un angolo di 30°, caduta fermata dal becco de di riposo contro il quale si appoggia il dente C (fase 2). L'avanzamento della ruota ha provocato, anche se non è percepito visivamente, un progresso di 5 secondi della sfera dei minuti. La caduta è servita anche ad abbassare il settore di scappamento. Prima dell'arresto della ruota per mezzo del dente C contro il *detente* di riposo, il dente D spinge la leva di abbassamento n°1 (fase 2). Questa leva aggancia la leva n°2 per mezzo di due bracci che ne avvicinano le due estremità.

Fase 2. All'inizio di questa seconda fase, le posizioni delle singole parti sono le seguenti:

1. il settore di scappamento è in basso;
2. il dispositivo per l'energia di rimando, è armato e la catenella tira sull'asse del settore;
3. le bascule elevatrici non svolgono alcuna funzione;
4. i leveraggi di abbassamento mantengono il settore in posizione bassa per mezzo del dente D appoggiato sull'estremità del leveraggio n°1 che a sua volta trattiene il leveraggio n°2;
5. la ruota è bloccata dal dente C contro il becco del *detente* di riposo;
6. dato che durante questa fase la ruota non gira, la lancetta dei minuti resta quindi ferma per 30 secondi.



Le funzioni che si svolgono in questa fase sono quelle di liberare la ruota e d'innalzare il settore. Il primo punto si compie per mezzo dell'elemento fissato sull'asse del settore: il dito di sganciamento. Questo, alla fine della fase, incontra la sporgenza sulla testa del *detente* di riposo, la spinge ed il suo becco libera il dente C della ruota (vedi fase 1). La ruota liberata ha un nuovo avanzamento, questa volta di 2° 30', recuperando così i 25 secondi di ritardo che

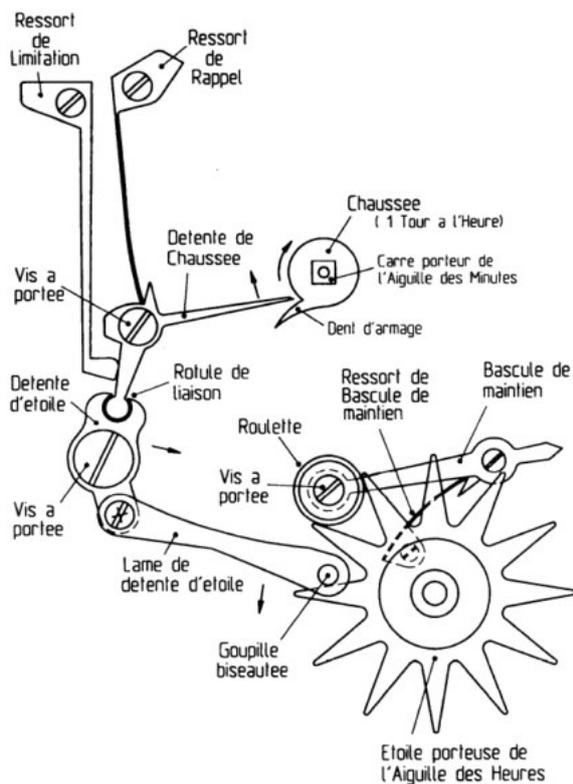
aveva accumulato la lancetta dei minuti sul tempo effettivo. Simultaneamente La testa della leva n°1 si trova liberata dal dente D. La piccola molla separa le due leve di abbassamento e la piccola puleggia d'oro libera il piano d'abbassamento, consentendo così al settore di rialzarsi. Questo è il compito del dente A bis che opera le stesse funzioni, descritte all'inizio, dal dente A verso le bascule elevatrici.

Funzionamento della lancetta dell'ora e di quella dei minuti

In questo secondo orologio Gautrin affronta in modo ingegnoso e, allo stesso tempo, relativamente semplice, il modo di muovere le lancette senza utilizzare le ruote come nel primo orologio.

Abbiamo visto come la parte incaricata dello sganciamento sia la *chaussée*. Essa porta la lancetta dei minuti e compie una rivoluzione in un'ora. Il solo ed unico dente di cui è fornita la *chaussée*, incontra, circa 10 minuti prima della scadenza dell'ora, il lungo braccio del *detente* della *chaussée*. Quest'ultimo, imperniato da una vite, ruota ed, agganciato, produce immediatamente due effetti:

1. arma la molla di richiamo, appoggiata contro il *detente* della *chaussée*
2. il *detente* della stella, imperniato anch'esso da una vite (*vis à portée*), è ingaggiato dalla leva a profilo tondo (*rotule de liaison*) che lo collega al *detente* della *chaussée*.



Il braccio più lungo del *detente* della stella è, in effetti, una molla piatta. L'estremità di questa arriva tra due ali della stella delle ore e si sposta nel senso della freccia. Quindi la molla si flette e consente al perno (*goupille*) di passare sopra l'ala della stella che è trattenuta dalla *bascule de maintien* che ha anche lo scopo d'impedire alla ruota a stella di avere una rotazione contraria a quella della marcia delle lancette.

Quando la lancetta dei minuti arriva alla 60^{ma} divisione ed il perno ha superato l'ala della stella delle ore, il dente della *chaussé* scatta e libera il *detente* della *chaussé*. Quest'ultima aggancia il *detente* della stella che, per mezzo del perno, sposta la stella delle ore di un'ala e quindi fa avanzare di un'ora la lancetta. La leva indicata come *bascule de maintien* si ripositiona sulla stella per l'ora successiva.

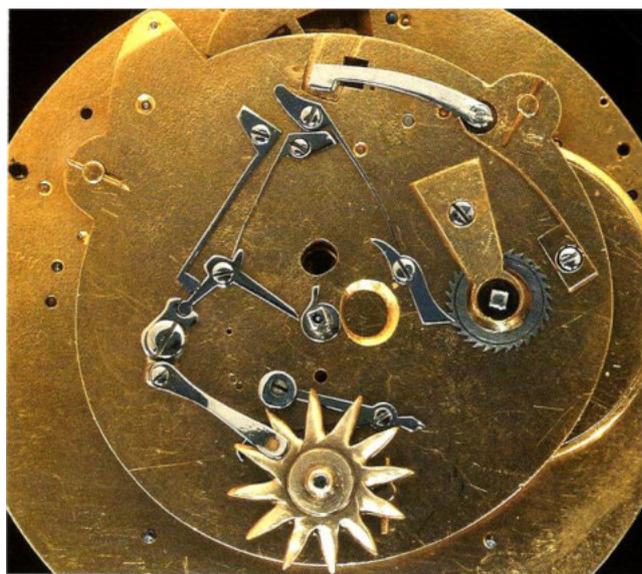
La foto mostra la platina superiore dell'orologio con i vari elementi descritti nello schema precedente.

OSSERVAZIONI

Questo secondo orologio ha alcune caratteristiche che lo denotano come meno avanzato. In termini di prestazioni, rispetto al primo, sino al punto di poter far sospettare che sia l'orologio di Ginevra ad essere il secondo costruito. In particolare:

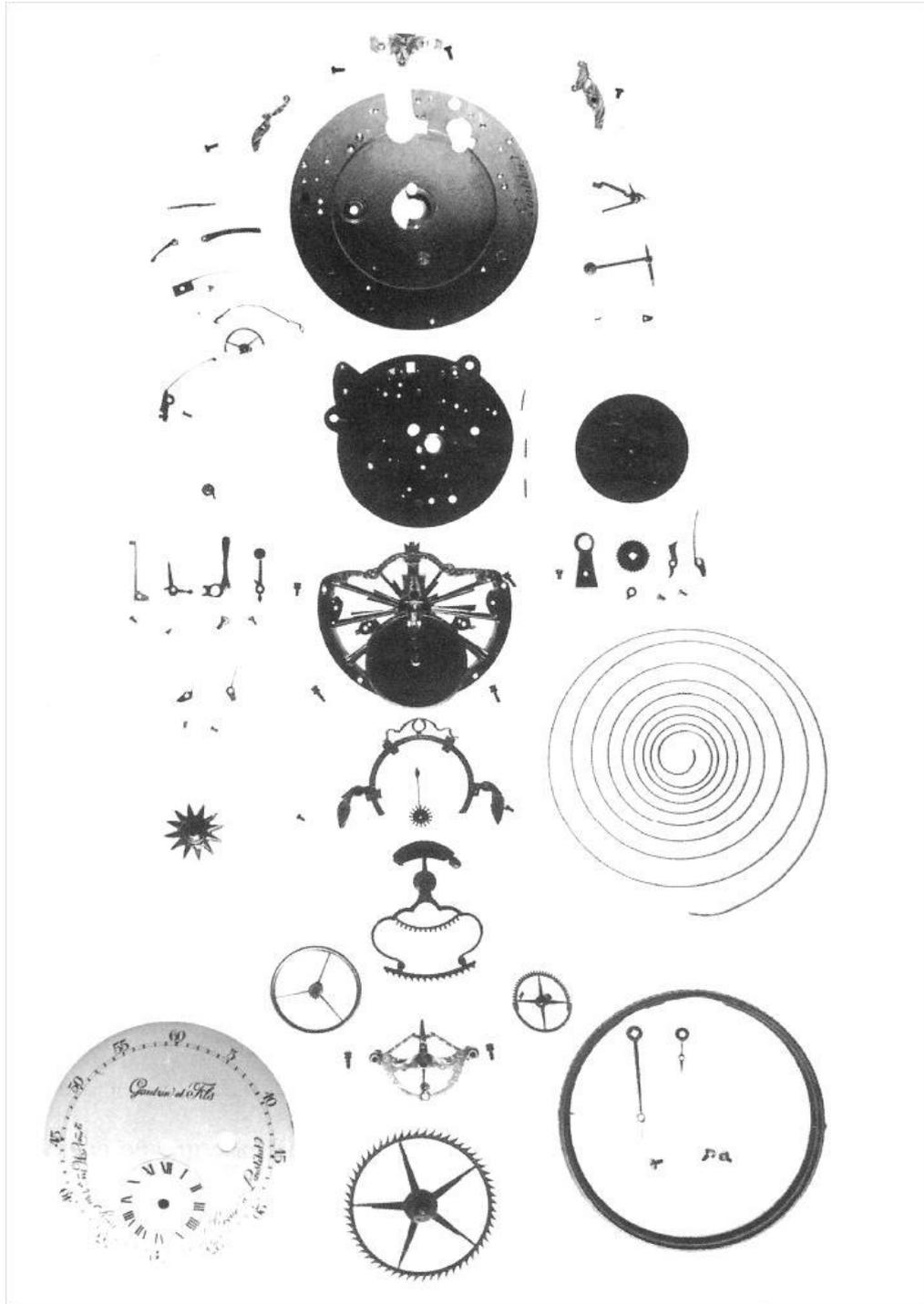
- la molla del bariletto deve fornire l'energia necessaria alla marcia dell'orologio ed armare il dispositivo per l'energia di rimando, l'apporto risulta irregolare a differenza dell'orologio di Ginevra che usa il conoide;
- alla fine della fase 2 sempre la stessa molla deve alzare il settore mentre, nel primo orologio, un dispositivo ausiliario aggiunge energia a quella principale;
- anche concettualmente l'energia di rimando, nel primo orologio, è più efficace perché è direttamente comandata dall'asse e non utilizza, come nel secondo, la doppia oscillazione del quarto di puleggia e vengono evitate le frizioni che ne riducono l'apporto.

Queste valutazioni negative ci fanno adesso meglio capire il parere espresso da Berthoud e da Le Roi nel loro rapporto alla Commissione dell'Accademia. Del resto è impensabile che i Gautrin, abili ed esperti orologiai, non si siano resi conto che le prestazioni del loro ingegnossissimo lavoro erano pari, se non peggiori, a quelle di un comune orologio dell'epoca. Rimane quindi da attribuire loro l'ambizione e



l'orgoglio di aver potuto realizzare un'impresa, ritenuta dai più impossibile, che ancora oggi stupisce sia nella meccanica che nella tecnica realizzativa.

Foto di tutte le parti (122 in totale) che compongono il Gautrin 2.



Confronto tra i due orologi di Gautrin

	Ginevra	Villiers-le-lac
firma	<i>Inventé par Gautrin N°1 9/97 5e A Paris Reçu à l'Institut National des Sciences et des Arts</i>	<i>Gautrin et fils 2° montre a une roué recue à l'Institut.</i>
bariletto	Bariletto senza dentatura collegato al conoide da catena	Bariletto con dentatura che ingrana direttamente la grande ruota
conoide	Conoide con 70 denti che ingranano direttamente la grande ruota	Senza conoide
Grande ruota	60 denti, Ø 33 mm. Il suo asse porta 2 pignoni, uno di 15 ali per il collegamento al conoide, l'altro di 10 per la minuteria.	60 denti Ø1,5 mm. Il suo asse porta un solo pignone con 12 ali per il collegamento al bariletto.
Trasmissione dell'energia	Molla avvolta a spirale sull'asse del settore	Una molla diritta che mantiene in tensione il settore; questo è collegato da una catenella e da una porzione di puleggia.
Energia di compensazione	Fornita da una bascula e da una molla che apportano una forza ausiliaria durante il sollevamento del settore	Nessuna energia di compensazione.
Dispositivo di sollevamento	Formato da 2 bascule e da una molla	Lo stesso sistema
Dispositivo d'abbassamento	Formato da 3 leve e da una molla. Uno dei leveraggi porta all'estremità una puleggia in oro.	Lo stesso sistema
Dispositivo di riposo	Formato da un <i>detente</i> azionato sia dalla molla che dalla leva di abbassamento.	Lo stesso sistema
Asse del settore	Supporta: un contrappeso, un piano d'abbassamento, una paletta di trasmissione, un becco di sgancio, la molla di carica.	Lo stesso asse, un gancio per la catenella rimpiazza la molla.
Scappamento	Del genere doppia virgola con <i>pirouette</i> , scappamento à <i>demi-repos</i> , <i>demi-recul</i> .	Lo stesso scappamento
Ruote di quadratura	Classica: minuteria di 30 denti, 10 ali, ingaggiata dal pignone da 10 dell'asse della ruota.	Sistema senza ruote formato da <i>detente</i> , molle e da una stella.
Indicazione dell'ora	Trasmessa da una classica ruota a 40 denti. Posizione della sfera decentrata tra il centro ed il 6.	Sfera delle ore fissata sul canotto di una stella a 12 punte, diam.12 mm. Stessa posizione decentrata.
Indicazione dei minuti	Sulla tige della grande ruota	Sull'asse della grande ruota, una <i>chaussé</i> senza dentatura porta la sfera dei minuti.
Indicazione dei secondi	Un indice ad arco di 30 secondi	Un indice ad arco di 30 secondi,

	sul quadrante, in andata e ritorno, si muove la lancetta a doppio indice, guidata dal settore di scappamento.	lato movimento, in andata e ritorno, guidato dal settore di scappamento che ingrana un pignone a 16 ali che porta la lancetta.
quadrante	Smalto bianco porta la scritta Gautrin à Paris e "Première montre à une roue inventée et exécutée 96"	Smalto bianco, scritta: Gautrin et fils 2 ^e montre à une roue reue à l'Institut.
Cassa	Nessuna	Cassa in oro a bordi sfaccettati con vetri sui due lati.
lancette	Ore, minuti e secondi in acciaio bluito	Ore e minuti in ottone, secondi in acciaio bluito.

Indirizzi per approfondimenti.

Le contestazioni di Pierre de Rivaz a Pierre Le Roy sulla paternità della pendola ad una ruota (da pag. 120)
http://doc.rero.ch/record/21860/files/I-N-268_1986_04_00.pdf

lettera Beaumarchais

http://clasweb.clas.wayne.edu/Multimedia/languages/files/spinelli/Beaumarchais_Volume_I.pdf

trattato d'orologeria di Lepaute

http://books.google.it/books?id=S_18VEoif7wC&pg=PR36&lpg=PR36&dq=copie+d%27une+lettre+par+le+si+eur+Lepaute+horloger+du+Roi&source=bl&ots=hgudR6Mp9r&sig=nd4NF44guMDKPKLv5o4s15ZZe6A&hl=it&sa=X&ei=h2A_UYjIDoK-PMbUgfgN&sqi=2&ved=0CF4Q6AEwBw#v=onepage&q=copie%20d%27une%20lettre%20par%20le%20sieur%20Lepaute%20horloger%20du%20Roi&f=false

