



LOUIS ABRAM BREGUET RIVISITATO

La Tecnica Applicata

di

Giuseppe Di Stefano

Terza Parte

Ore Antiche

La Tecnica Applicata

N. DI SERIE	ACQUIRENTE	ANNO	PRINCIPALI CARATTERISTICHE TECNICHE	PAG.
1297	George III	1808	Tourbillon ogni 4'	30
			Termometro	22
			Contatore secondi	
			Quadrante dei secondi	
			Indicatore di carica	19
			Scappamento di Robin	4
2788	Principe Reggente	1818	Doppio scappamento ad ancora	4
			Doppio bariletto di carica	
			Doppio quadrante con 2 diversi orari	
			Doppio bilanciere in risonanza	
1806	Carolina Murat	1807	Quantieme	32
			Termometro	22
			Ripetizione di quarti	25
			Cilindro in rubino	7
			<i>parachute</i>	19
148	Duca di Parslin	1792	<i>Perpetuelle</i> con massa oscillante in platino	20
			Doppio bariletto	
			Calendario	
			Quadrante dei secondi	
			Termometro	22
			Indicatore di carica	19
			Ripetizione di minuti	29
			Scappamento cronometro	16
	Bilanciere compensato			
92	Duca di Parslin	1805	Doppio quadrante (ant./posteriore)	
			Calendario perpetuo	32
			Secondi indipendenti	
			Start/stop dei secondi indipendenti	
			Ripetiz. minuti su gong od à toc	29
			Regolatore della velocità della ripetizione	
			Equazione del tempo	33
			Termometro	22
			Fasi lunari	32
			Durata della carica	19
Scappam. ancora con bilanciere compensato	14			

45	Duca di Parslin	1807	Segnatempo con doppio calendario: gregoriano decimale scappamento à detent	32 16
4761 mov. 1682 cassa	Conte Panin	1822	Finto orologio, in realtà portaritratto, nel 1884 fu montato un movimento <i>subscription</i> .	
160	Maria Antonietta	1783 1827	perpetuelle con ripetizione minuti Calendario perpetuo completo Equazione del tempo Riserva di marcia termometro secondi indipendenti Start/stop dei secondi indipendenti Secondi scappamento ad ancora , doppio para-chute,	29 32 33 19 22 14
217	Generale Moreau	1800	Perpetuelle con ripetiz. quarti a toc Scappamento ad ancora Riserva di carica Equazione del tempo calendario	29 14 19 33 32
3104	Infante di Spagna	1818	Scappamento cilindro Ripetizione di minuti	7 29
2826	Col. Harvey	1818	Montre à tact Quantieme Scappam. ancora	32 14
4111	Mr. Peyronnet	1827	Calendario completo Tempo normale Tempo solare Ripetiz. ½ quarti cronometro	32 33 29 16
9	Barone di Blome	1797	Carica automatica Ripetizione di quarti à toc	20 29
195	Gen. J. Pierre Doumerc	1807	Carica automatica Ripetizione minuti Fasi lunari	20 29 32
1135	Duc de l'Infantado	1806	Ripetizione di quarti Scappamento <i>naturel</i> Ø 42 mm	29 5

2574	Gen. T. Brisbane	1816	Tourbillon Scappamento di Peto Bilanc. 21.600 alternanze	30 18
------	------------------	------	----------------------------------------------------------------	----------

Il compteur militaire



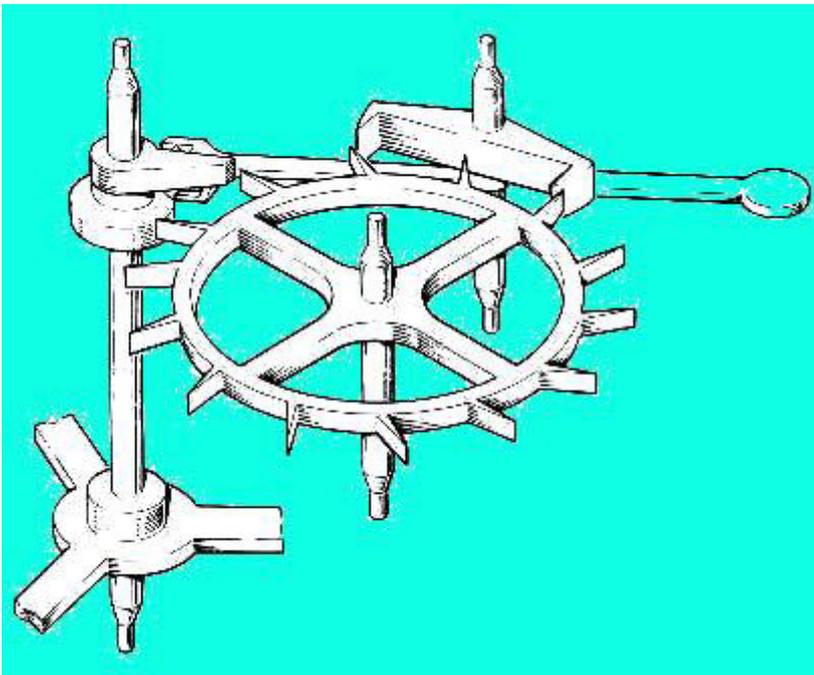
Per misurare la cadenza dei passi di una unità militare, Breguet ideò un metronomo (non si può chiamare orologio perché non segna l'ora) regolabile da 60 a 125 secondi/m in cui una lancetta ne indicava la velocità di spostamento. Questa era particolarmente importante per la fanteria, che doveva trasferirsi marciando, e poteva essere decisiva nelle sorti di una battaglia.



Porta il n°3825, ha lo scappamento *naturel*, fu presentato all'Esposizione di Parigi del 1819, venne venduto allo Zar di Russia, nel 1822, tramite il Generale Brosin, ultimamente era esposto al Time Museum prima di essere venduto all'asta.

Non se ne conoscono altri costruiti da Breguet.

Gli Scappamenti



Lo scappamento di Robert Robin.

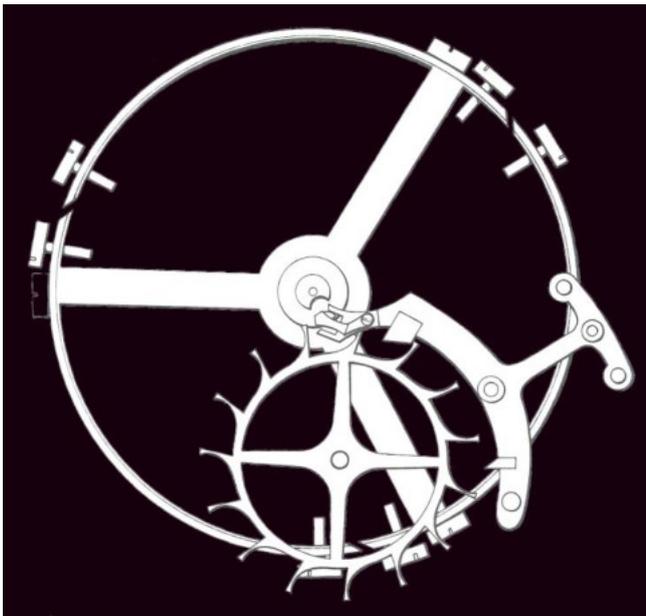
Robert Robin (1742–1809), ex orologiaio del re Luigi XVI, presentò alla Accademia delle Scienze, nel 1791, un nuovo scappamento ispirato sia allo scappamento ad ancora svizzera che allo scappamento *a detent*.

Questa combinazione insolita e geniale offriva i vantaggi dello scappamento ad arresto in termini di efficienza, nonché i vantaggi dello scappamento svizzero, che offriva una migliore affidabilità.

Ma, nonostante i suoi vantaggi, questo scappamento a impulso diretto non godette di successo.

In realtà, aveva un grosso difetto.

Richiedeva energia supplementare per mantenere ampie le oscillazioni

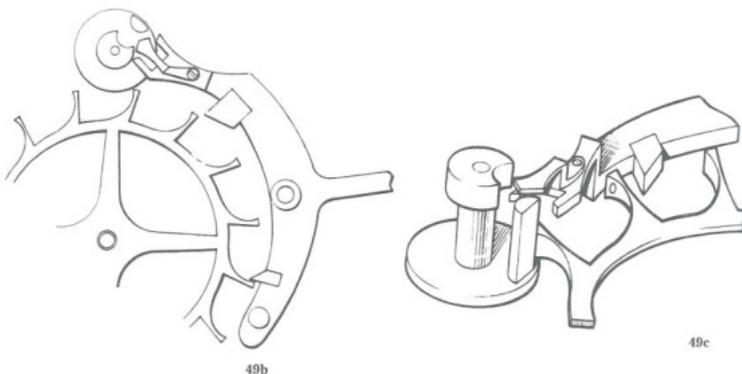


del bilanciere, era estremamente sensibile agli urti a causa di alcuni dettagli della sua geometria. Inoltre, era molto complesso da produrre perché richiedeva così tanta precisione nella lavorazione delle sue parti da superare le possibilità tecniche dell'epoca. (da un articolo di EUROPA STAR)

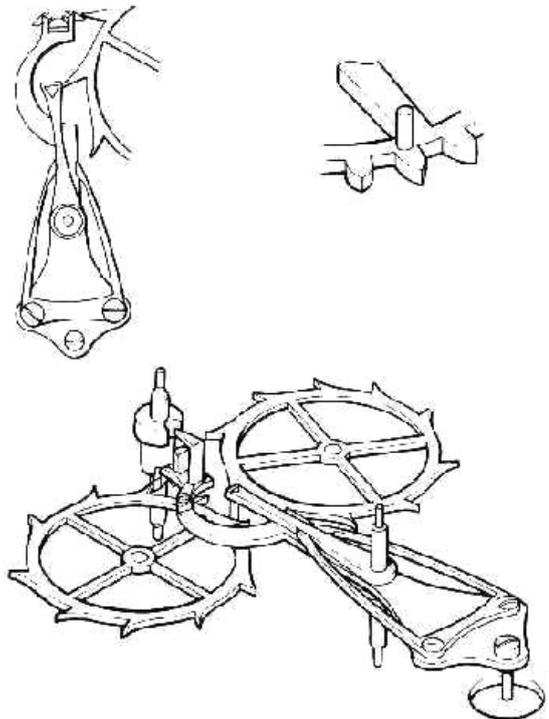
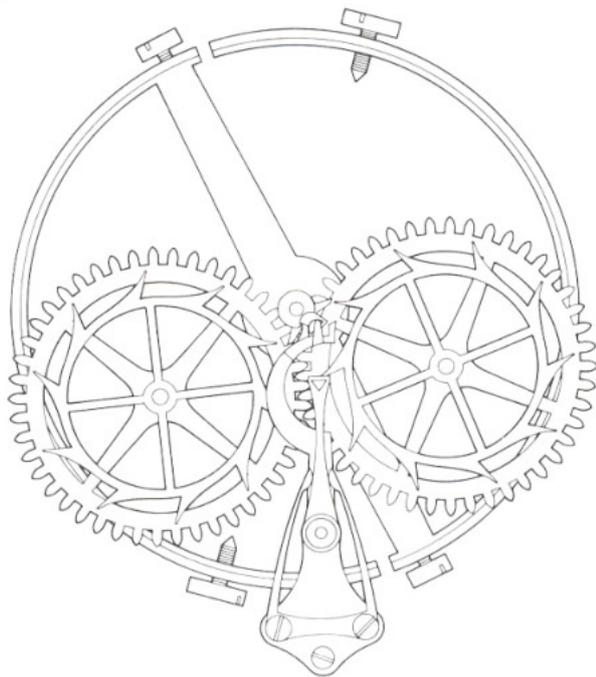
Breguet lo modificò nella forma che si vede a sinistra allo scopo di ottenere un impulso ad ogni oscillazione del bilanciere. Ottenne questo con il semplice espediente di sostituire la paletta di bloccaggio d'uscita con quella d'alzata in zaffiro.

Nonostante la modifica sia ingegnosa, tuttavia introduce elementi che possono compromettere la regolarità di marcia. Lo scappamento ha la naturale alzata in una direzione e la frizione forzata nell'altra. Richiede olio e non ha vantaggi rispetto

a quello ad ancora. *“Una reinvenzione ottocentesca che coinvolge negativamente l'inventore ed il reinventore.”* (da G.Daniels *“The Practical Watch Escapement”*)



Lo scappamento *naturel* (le figure seguenti da Watchmaking di G.Daniels)



Così battezzato da Breguet per la sua azione diretta sul bilanciere, con una definizione molto sintetica, lo si può definire come una combinazione tra lo scappamento ad ancora e quello *à detent*.

Più di recente viene chiamato "scappamento a doppio impulso" ed è stato utilizzato di recente, con delle varianti, da diversi orologiai e marche, come: Charles Frodsham, Derek Pratt, F.P. Journe, George Daniels, Kari Voutilainen, Laurent Ferrier, Ulysse Nardin.

Sir David Salomon e George Daniels ci dicono che Breguet l'inventò nel 1789 e che l'applicò ad orologi che costruì tra il 1806 ed il 1819, anche se progettualmente l'abbandonò nel 1810.

Come dice Flores¹, la sua particolarità si trova nel far sì che fornisca 2 impulsi per oscillazione, uno per ogni alternanza, come l'ancora di Mudge, ma a differenza di Mudge, questi impulsi vengono dati direttamente al bilanciere.

Per ottenere questo tipo di scappamento che fornisce direttamente un impulso ad ogni alternanza, è indispensabile utilizzare 2 ruote di scappamento, che devono girare in direzioni opposte e, per renderlo libero, è necessario integrare un blocco intermedio. La soluzione di Breguet prevede che la prima di queste due ruote sia guidata convenzionalmente dalla ruota dei secondi.



Ha quindi un pignone, visibile al centro, e denti periferici epiciclici.

Questi denti ingranano con la stessa dentatura della seconda ruota, senza pignone.

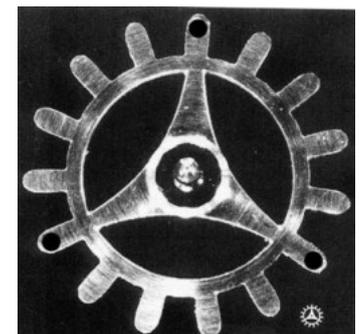
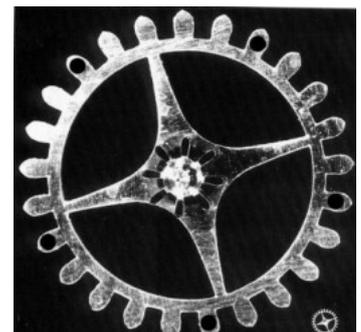
Montate in questo modo, le 2 ruote girano in direzioni opposte, e la prima guida la seconda.

Per garantire gli impulsi, ognuna di queste ruote porta dei perni piantati verticalmente (*punti neri*).

Questi servono a trasmettere gli impulsi al

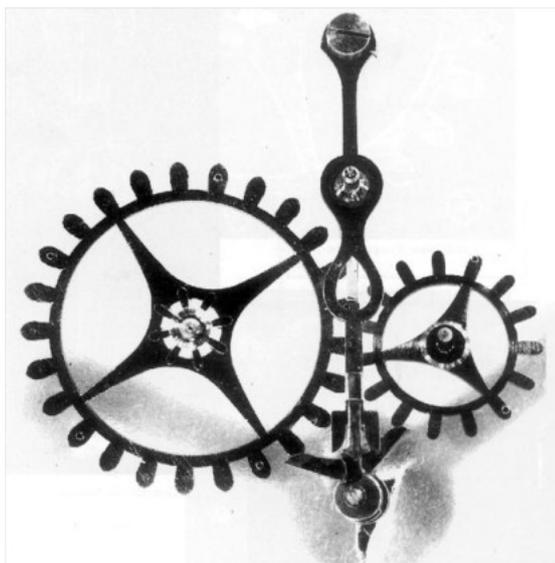
bilanciere che, per questa funzione, porta sul suo asse un piano con 2 ali.

Infine, come in tutti gli scappamenti liberi, occorre assicurare la posizione di riposo, vale a dire il blocco dell'energia, durante le oscillazioni libere del



¹ Joseph Flores : *Quelques échappements à 2 roues et impulsions directes* (marzo 2011)

bilanciere. Questa funzione è fornita da una parte specifica che si può anche chiamare ancora, visto che ha 2 posizioni di riposo, ma ha una sola paletta.



Questa ancora è posizionata tra le ruote ed ha la classica inforatura dell'ancora.

Grazie a questa forcella ed all'aggancio del piano posizionato sull'asse del bilanciere, si sposta l'ancora in ciascuna delle sue posizioni di riposo.

Vantaggi dello scappamento.

- Innanzi tutto non richiede lubrificazione.
- Richiede meno energia.
- Come lo scappamento ad ancora, fornisce un impulso ad ogni alternanza.
- Come lo scappamento *à detent* fornisce l'impulso direttamente al bilanciere.

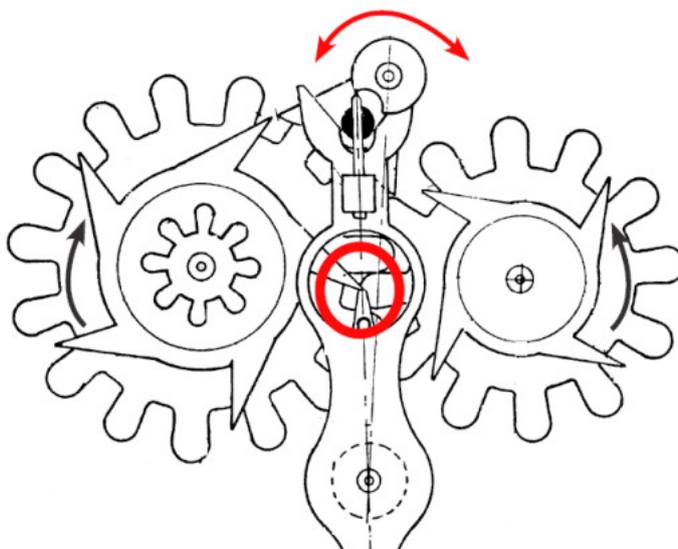
Svantaggi

Richiede una lavorazione attenta e precisa. Inoltre l'attrito aggiuntivo determinato dai *pivots* della ruota motrice, dall'impatto nei denti delle ruote e dal loro accoppiamento, provoca instabilità nell'azione.

Breguet lo abbandonò dopo il 1810 e continuò con lo scappamento ad ancora, ma continuò ad usarlo negli orologi con *tourbillon*.

Per vedere l'applicazione dello scappamento nei vari orologi di Breguet, vedi il riepilogo in https://en.wikipedia.org/wiki/Echappement_naturel, tratto da un articolo di Keith Orford (A.H. Marzo 2010).

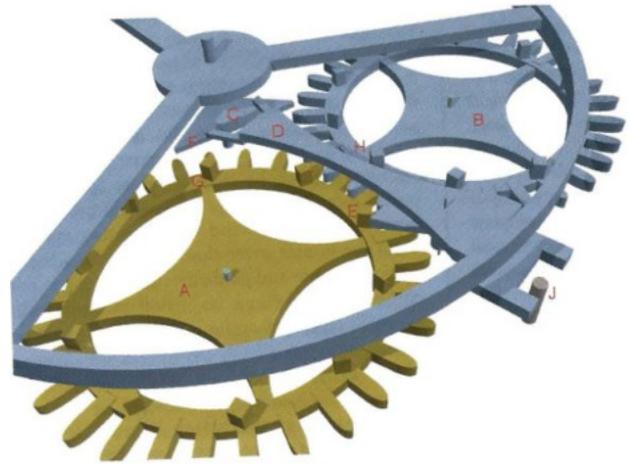
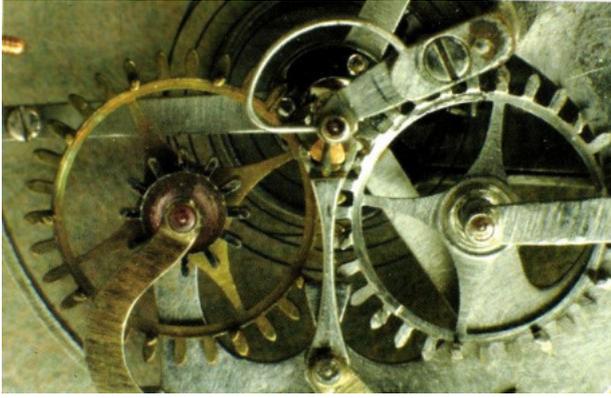
Azione dello scappamento "naturel"



Il gruppo scappamento/bilanciere nell'orologio n°1135

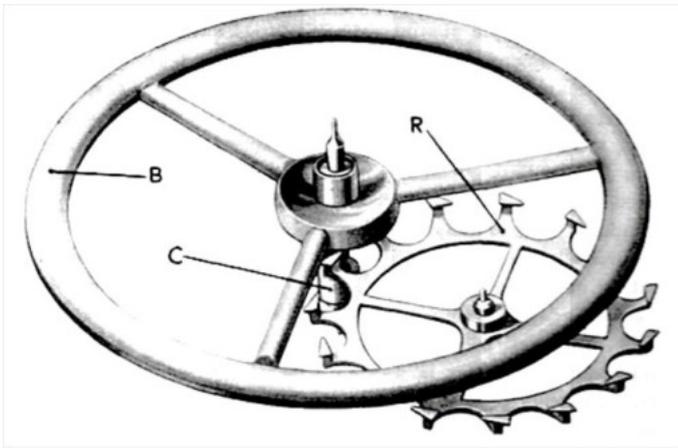


La leva dello scappamento naturel



Movimento e schema dello scappamento del n°1135

Lo scappamento a cilindro svizzero (da Horlogerie Suisse)



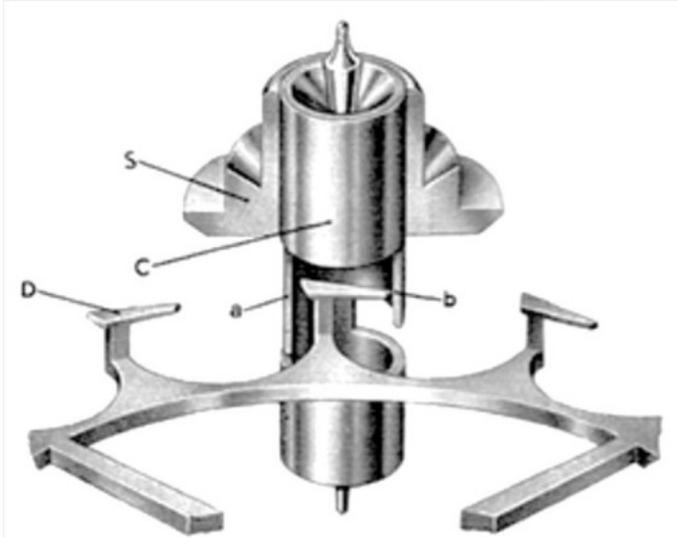
- C cilindro in acciaio
- R ruota con 15 denti a volte 18
- B bilanciere monometallico (in ottone)
- S anello supporto bilanciere

Il cilindro è tagliato in modo da presentare due labbra **a** e **b** che lavorano con i denti **D** della ruota del cilindro.

Questo scappamento può essere costruito molto rapidamente, ma presenta un difetto. Durante buona parte dell'oscillazione del bilanciere, i denti della ruota continuano a sfregare sulla parete interna e, poi, su quella esterna.

Appare evidente come questo costituisca una perdita d'energia e causa d'usura.

Purtroppo i primi scappamenti a cilindro furono eseguiti in modo grossolano. La ruota in ottone era molto pesante, i *pivots* troppo grossi ed il bilanciere troppo leggero.



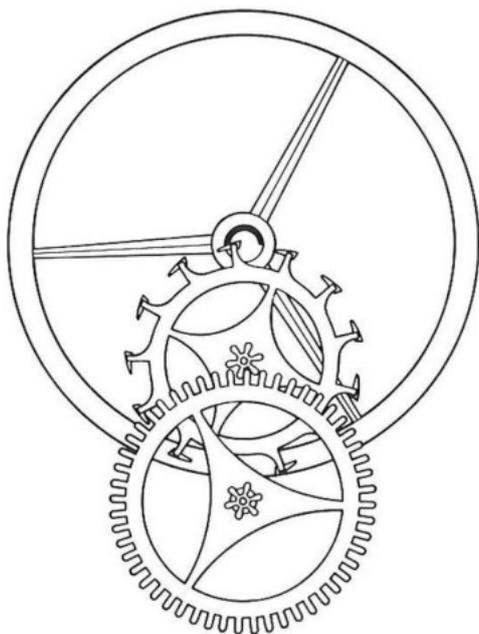
Lo scappamento a cilindro di Breguet.

(Libera traduzione dell'analisi di George Daniels in Watchmaking)

Le proporzioni essenziali dello scappamento sono contenute nel rapporto tra cilindro e

diametro del bilanciere. Il rapporto tra cilindro e il diametro della ruota di scappamento è fissato dal numero di denti nella ruota ed i numeri da 13 a 15 sembrano in gran parte essere stati determinati dallo spazio disponibile nell'orologio. Avendo calcolato la dimensione di un dente, se il numero dei denti fosse aumentato, la ruota avrebbe un diametro maggiore, e toccherebbe il pignone della quarta ruota.

Quindi aumentare le dimensioni della ruota richiederebbe un cilindro più piccolo. Questo lo renderebbe più fragile e avrebbe bisogno di un bilanciere più leggero con conseguente perdita di inerzia. Invece riducendo il numero dei denti, avremmo un cilindro troppo grande.



Se il diametro della ruota fosse ridotto, per compensare, anche il bilanciere dovrebbe essere ridotto per evitare il quarto pignone ed anche la sua inerzia sarebbe ridotta.

E' chiaramente definito che la quarta ruota abbia una certa influenza sulle proporzioni dello scappamento.

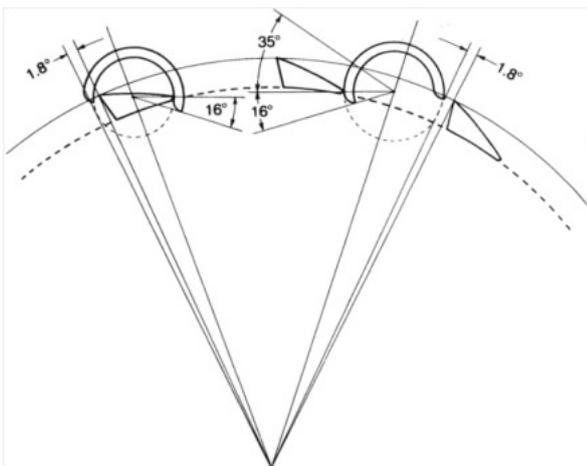
La ruota di scappamento non può essere più grande della quarta ruota meno 1,25 volte il raggio del quarto pignone, ed il bilanciere può essere solo leggermente più grande del doppio del diametro della ruota di scappamento. Il rapporto tra cilindro e diametro del bilanciere sarà quindi tra 12 e 15:1, come nella figura a sinistra.

Questo semplice arrangiamento è stato utilizzato da Breguet nel suo cilindro e produsse un risultato molto soddisfacente.

Il cilindro è di raggio abbastanza grande da essere auto avviante dopo un arresto, basso e piccolo abbastanza per evitare di fissarsi per attrito sulle pareti, se il bilanciere viene arrestato e rilasciato nuovamente, per ripartire. Non può essere realizzato senza considerare anche le proporzioni del bilanciere:

- se troppo pesante sarà necessaria una forte molla del bilanciere per raggiungere il numero richiesto di oscillazioni. La ruota di scappamento non sarebbe quindi in grado di far muovere il bilanciere dalla posizione di fermo, vincendo la resistenza della molla del bilanciere.
- se il bilanciere fosse troppo leggero, la molla più debole non sarebbe in grado di ruotare il bilanciere vincendo l'attrito e sbloccandolo, così lo scappamento non partirebbe.

Le dimensioni esatte dei componenti di qualsiasi scappamento dipendono dallo spazio disponibile e quindi



non sarebbe utile fare altre ipotesi.

Il lavoro effettivo di determinare le migliori proporzioni per orologi di dimensioni diverse è stato fatto da costruzione pratica e osservazione tra il 1760 ed il 1800. Nell'evento estremamente improbabile che qualche lettore desiderasse realizzare un orologio a cilindro, non può fare altro che studiare il lavoro dei migliori artigiani svizzeri e francesi all'inizio del XIX secolo. I libri di testo di solito descrivono lo scappamento a cilindro in termini precisi. Di solito vengono dati valori di 10° di bloccaggio ed 1° di caduta.

L'esame manuale di questi esempi, dimostra di essere costruiti grossolanamente.

la figura, presa da uno scappamento a cilindro in rubino

di Breguet, ha 1,8° di caduta e 16° di bloccaggio per un angolo di fuga di 51°.

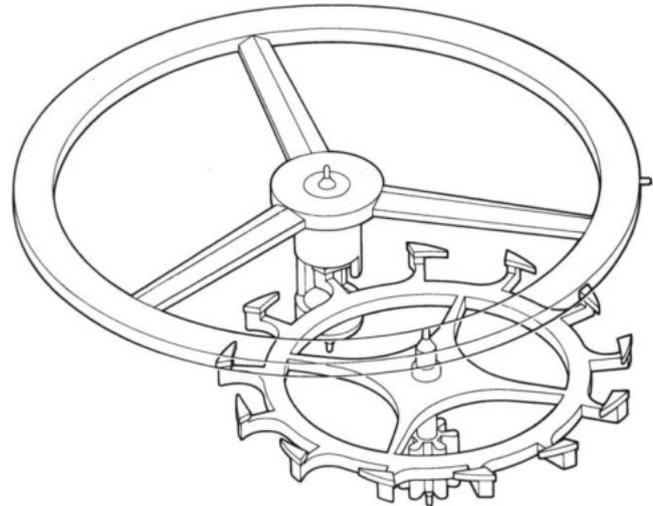
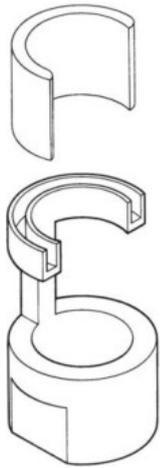
Ciò sembrerebbe molto inefficiente ma il bilanciere ruota di 126° per fornire un arco supplementare di 75°. L'arresto avviene a 155° e quindi l'azione non può essere più sicura né più vigorosa.

Lo scappamento dell'orologio si avvia automaticamente e riparte se fermato.

È completamente affidabile ed è stato pulito l'ultima volta circa dieci anni fa. La sua differenza di marcia è rimasta entro due minuti al giorno per il tempo di dieci anni e non mostra segni di peggioramento. I pignoni sono di diametro 0,1 mm e non mostrano alcun segno di usura, solo la loro sede nei rubini appare un po' larga.

Evidentemente il lavoro di precisione delle fabbriche di produzione di massa dei cilindri, tra la fine del diciannovesimo e l'inizio del ventesimo secolo, non poteva competere con la comprensione intuitiva di Breguet sui requisiti dello scappamento di Graham.

La struttura del cilindro di Breguet



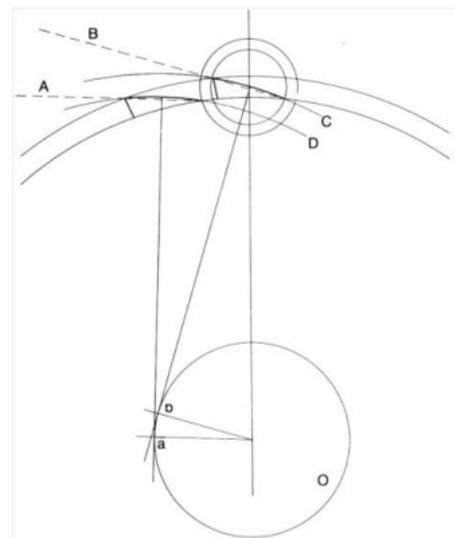
Nei primi scappamenti a cilindro l'inerzia della ruota, quando sbloccata dal cilindro che viaggiava alla massima velocità, aveva bisogno di una forte molla per accelerare la tendenza al contatto con il bordo d'impulso del cilindro. La parte superiore del dente inclinato non era abbastanza veloce per fornire alcun impulso e l'ultima parte, a causa della variazione relativa dell'angolo, era troppo brusca. Curvare i bordi ha migliorato l'azione e, rendendo l'azione di contatto più uniforme, come mostrato nella figura, ha permesso l'uso di una molla principale meno forte. L'uso successivo di ruote di scappamento in acciaio (le prime erano di ottone) ha aiutato ulteriormente a ridurre l'usura del cilindro che è stata infine eliminata dai cilindri tagliati nello zaffiro.

Curve d'impulso nello scappamento a cilindro:

Le linee A and B mostrano la variazione dell'angolo di contatto che avviene durante la fase d'impulso.

Le curve C e D, tangenti a O, producono un contatto uniforme durante la fase d'impulso.

Il diametro di O è uguale al doppio del diametro del cilindro.



Cilindro, molla spirale e bilanciere di un orologio subscription di Breguet.

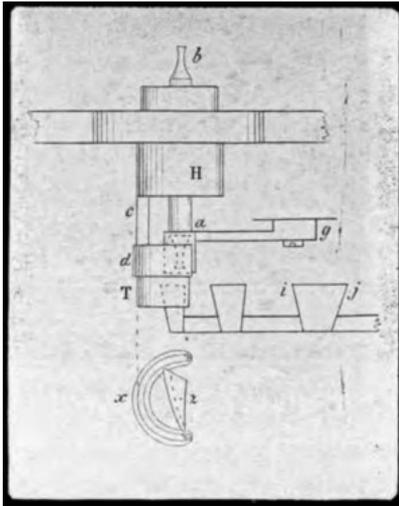
Dopo aver letto il parere di George Daniels sullo scappamento a cilindro di Breguet e le differenze rispetto alla produzione industriale, leggiamo quanto dice Claudius Saunier nel suo *Traité d'Horlogerie Moderne*.

387. Questo scappamento, eseguito per la prima volta circa sessant'anni fa, differisce dal normale scappamento a cilindro, non solo per la forma del cilindro ma anche per quella della ruota.

Il cilindro, completamente assemblato, è composto da tre parti: l'asse *b a*, il supporto in acciaio *H c d*, e la parte in rubino *T*.

La regolazione del telaio sull'asse avviene tramite l'anello cilindrico o canotto *H*; la colonna, o braccio di leva *c*, unisce il canotto al mezzo cilindro *d*, nel quale è incastonata la parte in rubino *T*.

La sezione orizzontale del semicilindro, provvisto della sua copertura, è rappresentata in *x*.



L'asse del bilanciere termina con due perni leggermente sporgenti alla loro estremità, al fine di trattenere meglio l'olio e ridurre gli attriti in posizione orizzontale. Il perno superiore gira nel ponte del bilanciere, il perno inferiore è ricevuto in un foro di rubino scuro, incassato nella parte a del ponticello a g. È contro questo ponte che viene a battere la colonna c, nelle vibrazioni troppo estese. La placca (in rubino) è quindi tenuta fuori dall'intero sistema, vale a dire si trova scoperta quando viene restituito lo scarico.

La ruota non ha piani inclinati con proiezione orizzontale; è una semplice ruota di campo², la cui sezione verticale rappresenterebbe un anello di cono regolare.

La forma dei denti è facilmente comprensibile all'ispezione della Figura. 43, che li mostra in elevazione da T a j e nel piano z. Il punto di maggiore larghezza, da i a j, è esattamente la lunghezza del piano inclinato di uno scappamento normale.

Durante la fase d'arresto, il dente preme sulla superficie interna o esterna della placca, con l'angolo arrotondato j, e l'impulso è dato dal passaggio su ciascun bordo dell'apice ij, del dente, formando l'apice un piano inclinato leggermente curvo, arrotondato in una barra e che si comporta in modo assolutamente simile al piano inclinato delle ruote ordinarie.

Osservazioni.

388. Questo scappamento è stato abbandonato perché, insieme ai preziosi vantaggi, che si potrebbero usare per altri scappamenti (?), presenta diversi inconvenienti.

I vantaggi consistono nella forma della ruota: può essere facilmente eseguita, e la disposizione dei suoi denti garantisce il mantenimento dell'olio sulle superfici di attrito, in modo che essa ritorna costantemente, quando viene respinta dal gioco delle parti, e finché non si asciughi completamente (attrazione degli angoli - **83**).

I difetti consistono nella grande delicatezza dell'esecuzione del cilindro e soprattutto in quella del foro profondo; nel pochissimo margine lasciato ai perni del bilanciere, e infine nella difficoltà di fissare l'olio sul fondo del foro profondo. Se la goccia d'olio va sulla parete circolare del foro, prima raggiungere il fondo, l'olio sale e di asciuga rapidamente. Nel laboratorio dell'inventore si è superata questa difficoltà con un piccolo attrezzo simile al cosiddetto trapano dritto. Il foro profondo era centrato dall'estremità di un piccolo perno, fissato su una placca che poi veniva capovolta e l'altra estremità della quale, terminava come una punta di trapano fine, che depositava sul fondo del foro solo la quantità d'olio necessaria.

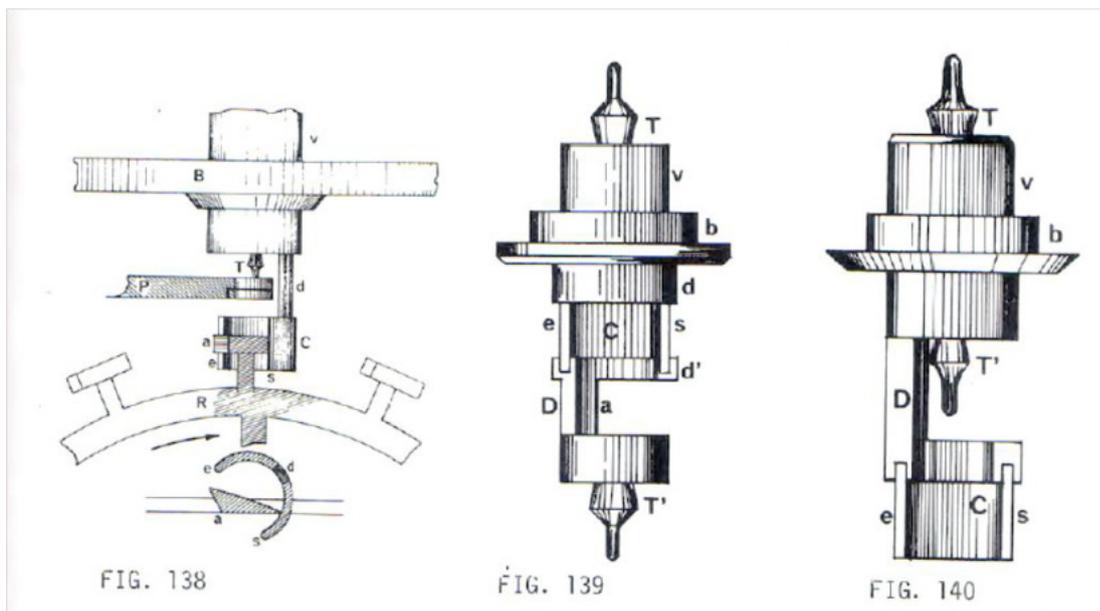
Come si legge, Saunier non eccepisce nulla sulla funzionalità dello scappamento di Breguet, anzi dice che queste qualità potrebbero essere applicate anche ad altri scappamenti, osservazione che mi sembra superflua. Tra i difetti cita la qualità artigianale della costruzione del cilindro, in effetti molto difficile da eseguire, come cita lo stesso Daniels, in una produzione di massa. Infine sorge il dubbio, ma mi sembra incredibile, che Saunier non conoscesse l'uso degli oliatori.

Il testo di Saunier venne tradotto in inglese da Julien Tripplin ed Edward Rigg e pubblicato in Inghilterra nel 1887. Si spiega quindi come alcuni pareri negativi su Breguet, abbiano trovato credito presso alcuni anche valenti esperti d'orologeria come Cedric Jagger od anche lo stesso R. Gould.

Louis Moinet invece nel suo *Nouveau Traité Général d'Hologerie*, non fa cenno allo scappamento a cilindro di Breguet ma cita ovviamente quello di Graham e poi di F. Berthoud, quando è costretto a dover far riferimento a Breguet lo cita come "un artigiano conosciuto".

² Ruota che permette di passare un treno di ruote da un piano verticale ad uno orizzontale, oppure l'inverso, crea un ingranaggio d'angolo.

Il cilindro di Breguet (da Scappamenti di Charles Gros)



La forma del cilindro ci ricorda una delle costruzioni adottate da Breguet per i suoi cilindri di rubino. L'idea del cilindro di rubino è venuta in seguito alla constatazione che il cilindro d'acciaio aveva un'usura rapida, quando la sua fabbricazione non era così accurata come quella di oggi.

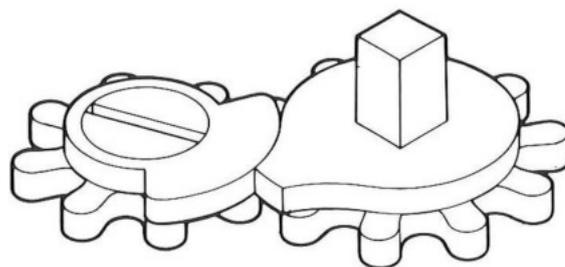
In un cilindro di rubino solo la parte che lavora è in pietra ed ha la forma di un mezzo cilindro la cui altezza è circa il triplo dello spessore dei denti della ruota di scappamento; questo pezzo, che viene chiamato anche *tuile*, deve questo nome alla somiglianza con la tegola che sta sulla sommità del tetto. E' incassata in un pezzo d'acciaio la cui costruzione costituisce uno dei lavori più delicati in orologeria. Vediamo nella Fig.139 l'incastonatura detta manovella; le due parti *d,d'* sono riunite da una linguetta posta dietro la leva d'uscita *s* e che non possiamo vedere sul disegno. La tegola di rubino è incastrata tra queste due parti, in due scanalature. Tutta la parte superiore *T,v,b* è un pezzo unico sul quale è montato il cilindro *d*.

Un'altra costruzione del cilindro in pietra è rappresentata dalla Fig.140. La tegola *C* è portata dall'estremità inferiore della manovella e si trova sotto il perno del tampone inferiore *T'*. Senza dubbio questa è la costruzione che è stata imitata per eseguire lo scappamento illustrato nella Fig.138.

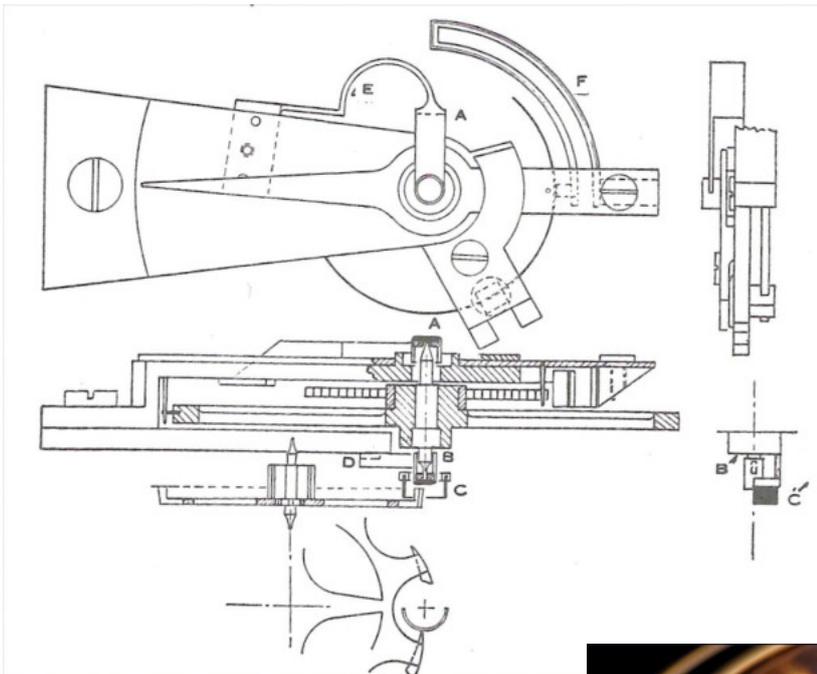
Il cilindro di rubino è per così dire indistruttibile nella marcia normale, ma naturalmente è più fragile di un cilindro d'acciaio. Durante il riposo l'attrito è minore che con un cilindro d'acciaio e da questo fatto si è notato che all'inizio regolava meno bene, ma dopo qualche mese di marcia la regolazione migliorava poiché l'olio aveva preso maggiore consistenza.

Il blocco di carica (*stopwork*)

Breguet preferì utilizzare un blocco di carica, di sua concezione, sia per i movimenti con conoide che con bariletto. Formato da due elementi esercita un blocco molto forte. L'unico inconveniente è quello dell'altezza dovuta alle parti sovrapposte.



Il parachute nello scappamento a cilindro di Breguet *(da Chamberlain "It's About Time")*

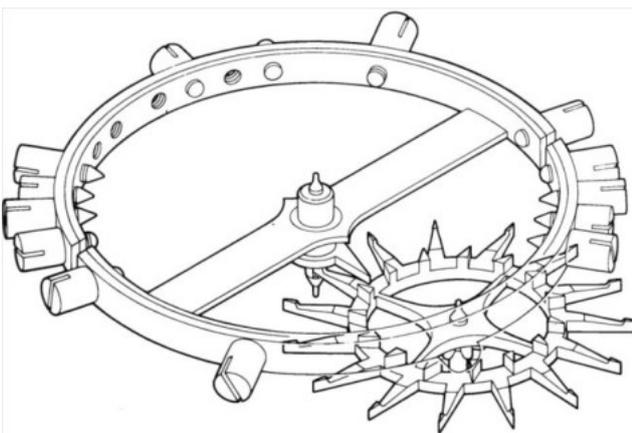


Anche Chamberlain apprezza l'ottima scelta delle proporzioni dello scappamento, l'uso del rubino per il cilindro e dell'acciaio per la ruota di scappamento. Indica l'utilizzo dei rubini alle estremità AB dell'asse del bilanciere. Inoltre lo schema del *parachute* E, largamente usato da Breguet: la curva bimetallica F che dilatandosi agisce sulla curva della spirale.

Breguet usò questo tipo di regolazione termica sugli orologi di qualità normale, mentre su quelli di maggiore precisione utilizzò il bilanciere compensato.



Lo scappamento duplex di Breguet



Questo tipo di scappamento non fu molto usato da Breguet che, comunque, come ci dice George Daniels nel suo *Watchmaking*, ne studiò una soluzione che potesse essere efficiente.

Daniels la confronta con orologi di qualità di due altri noti orologiai, J. Jurgensen di Copenaghen e D. W. Morice di Londra, e trova che, nonostante vengano usate proporzioni diverse, i risultati sono molto simili.

In particolare confronta le misure dei seguenti elementi:

- A diametro del cilindretto d'arresto
- B diametro del dente di bloccaggio
- C diametro della paletta d'impulso
- D diametro del dente d'impulso

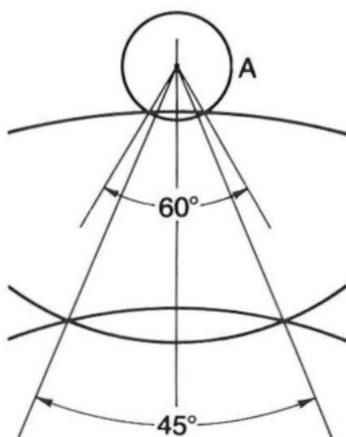


Fig.437-Proporzioni di Breguet nello scappamento duplex

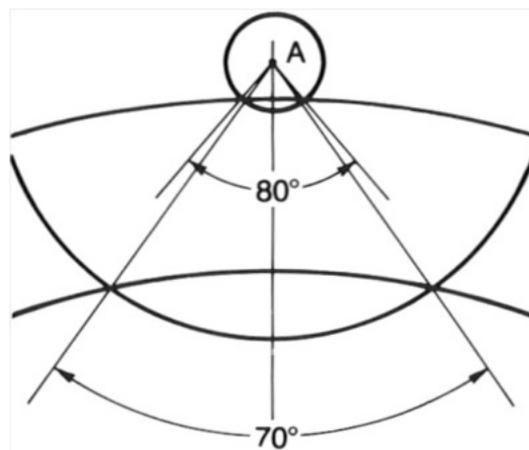
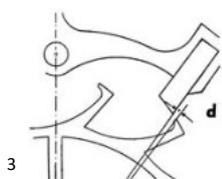


Fig.438- Proporzioni di Jurgensen nello stesso scappamento

E ne determina i rapporti:

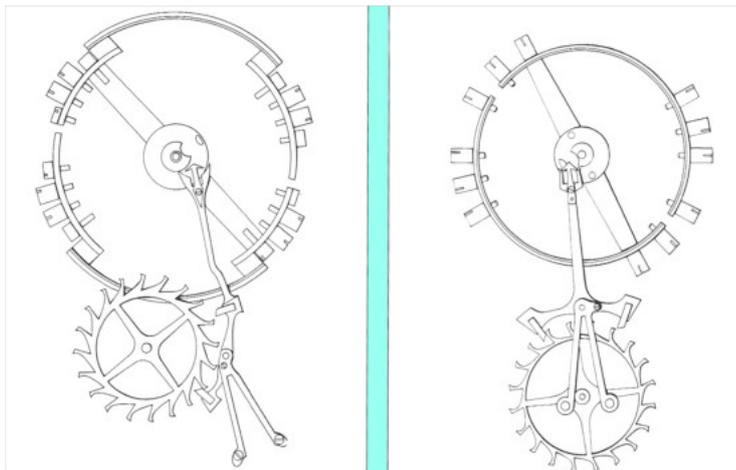
rapporto	Maurice	Breguet	Jurgensen
B/A	16:1	12,5:1	18:1
D/C	2,2:1	1,5:1	1,6:1
B/D	1,39:1	1,45:1	1,19:1

“Lo scappamento necessita del rapporto più basso possibile tra il diametro dei denti di bloccaggio ed il rullo. Negli esempi forniti la differenza maggiore in questo rapporto si verifica tra Breguet e Jurgensen. La figura 437 mostra il vantaggio ottenuto da Breguet con il suo rapporto inferiore. Il suo angolo di sblocco è di 60°, mentre in Fig. 438, mostra il rapporto di Jurgensen, l'angolo è di 80°. Breguet ha anche un rapporto inferiore per il diametro dei denti di impulso ed il suo angolo di impulso è di 45° mentre il rapporto più alto di Jurgensen dà un angolo maggiore di 70°. L'angolo di fuga di Breguet mostra una differenza di 25° dell'angolo di fuga a favore dell'arco supplementare. La differenza non è del tutto a favore di Breguet per l'attrito che nel suo rullo è maggiore e per l'angolo di impulso ridotto, con il suo relativamente maggiore angolo di caduta (drop³), si combina con questo per richiedere una maggiore potenza d'impulso. Senza dubbio Jurgensen preferiva il sistema più delicato ed era pronto ad istruire il suo acquirente sull'uso corretto dell'orologio. Breguet sapeva bene che i clienti non usano mai gli orologi secondo le istruzioni del produttore e ha preferito fare affidamento alla sua esperienza. Nessuno dei due scappamenti è migliore dell'altro. Entrambi funzionano bene e vigorosamente e mostrano piccoli segni di usura. Questo è un omaggio alla loro l'abilità di fabbricanti, perché un duplex fatto male darà guai a volontà e presto potrà essere distrutto da riparatori pasticcioni. Lo scappamento di Maurice è nelle migliori tradizioni del compromesso inglese, cadendo ordinatamente tra i due estremi.”

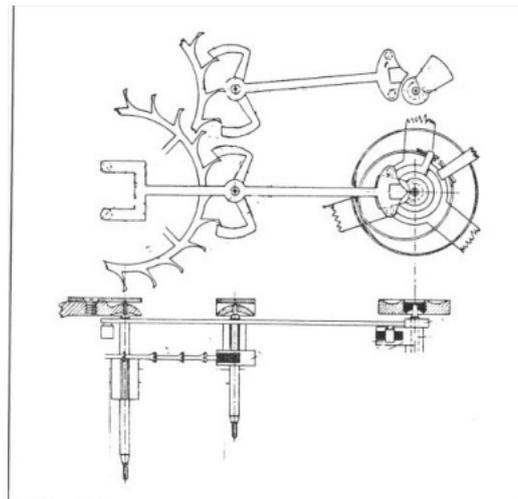


³ **Drop.** E' l'angolo **d** attraverso il quale la ruota di scappamento si muove liberamente tra la fine dell'impulso su uno delle palette ed il successivo blocco di un dente sull'altra palette. A seconda che la caduta avvenga all'interno o all'esterno delle palette, viene chiamata interna o esterna. La caduta è una sicurezza necessaria. Il suo valore lineare è compreso tra 0,05 e 0,10 mm., ovvero un valore angolare compreso tra 0° 30' e 1°. La caduta causa una perdita di potenza.

Lo scappamento ad ancora usato da Breguet



Uno dei primi scappamenti ad ancora usato da Breguet.



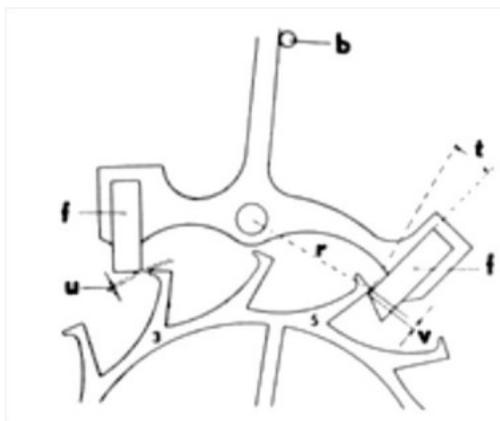
Scappamento ad ancora usato da Breguet per orologi self-winding.

Secondo A. Chapiro⁴ nasce dalla collaborazione tra Breguet e Lépine **l'ancra légère** che Breguet usò dal 1786 al 1800 circa. L'ancra è del tipo detto "a linea dritta". Un lungo asse in acciaio porta, ad una delle estremità, una punta a forma di cuore sulla quale sono impiantati due *goupilles* verticali in oro, mentre all'altra estremità c'è un contrappeso a forma di U; le due leve curve sono posizionate a metà dell'asse. Le due *goupilles* danno l'impulso ad un dente in acciaio fissato sull'asse del bilanciere. *La punta a cuore garantisce dal rischio d'inversione mentre i due bracci del contrappeso ad U, battendo sull'asse della ruota di scappamento, bloccano così l'ancra nelle sue due posizioni di riposo.* Le due leve curve, in versioni successive, saranno guarnite di rubini ed anche alleggerite (cave anziché in acciaio pieno). (da A. Chapiro "La Montre Française").

Draw Angle o tirage (angolo di levata).

Nello scappamento ad ancora è il dispositivo di sicurezza che trattiene la forchetta contro il fermo limitatore b mentre il bilanciere compie l'ulteriore arco di oscillazione.

Il dente 5 poggia contro il piano di appoggio della paletta f, mentre t è l'angolo di levata. Esso è formato dal



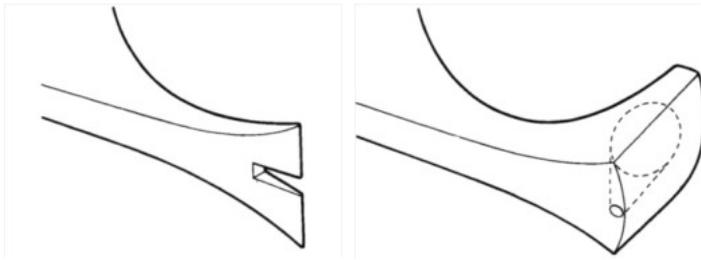
piano di appoggio e dalla perpendicolare che parte dal raggio r dell'ancora sino al punto di contatto del dente e della paletta.

L'angolo di levata varia tra 12° e 15° e contrasta lo sganciamento.

Il *tirage* (draw) è necessario, infatti sotto l'effetto di un urto, in uno scappamento senza di esso, la forchetta può allontanarsi dal fine corsa, durante l'oscillazione aggiuntiva, e il perno va in battuta contro il rovescio delle alette della forchetta (inversione di marcia) (da *Dictionnaire professionnel illustré de l'horlogerie*).

Tuttavia nel suo "It's About Time" (pag.100), Paul M. Chamberlain, a proposito dello scappamento ad ancora di Breguet senza draw, dice: "Con la squisita fattura ed il perfetto bilanciamento dell'ancra è riuscito a produrre splendide prestazioni".

⁴ Secondo George Gros è invece una derivazione dello scappamento di Robin in cui Breguet allungò le dimensioni della forchetta effettivamente troppo corta.



Il sistema adottato da Breguet per la ritenzione dell'olio nello scappamento ad ancora: un taglio nella faccia di bloccaggio ed un foro sul retro del dente per contenere il lubrificante.

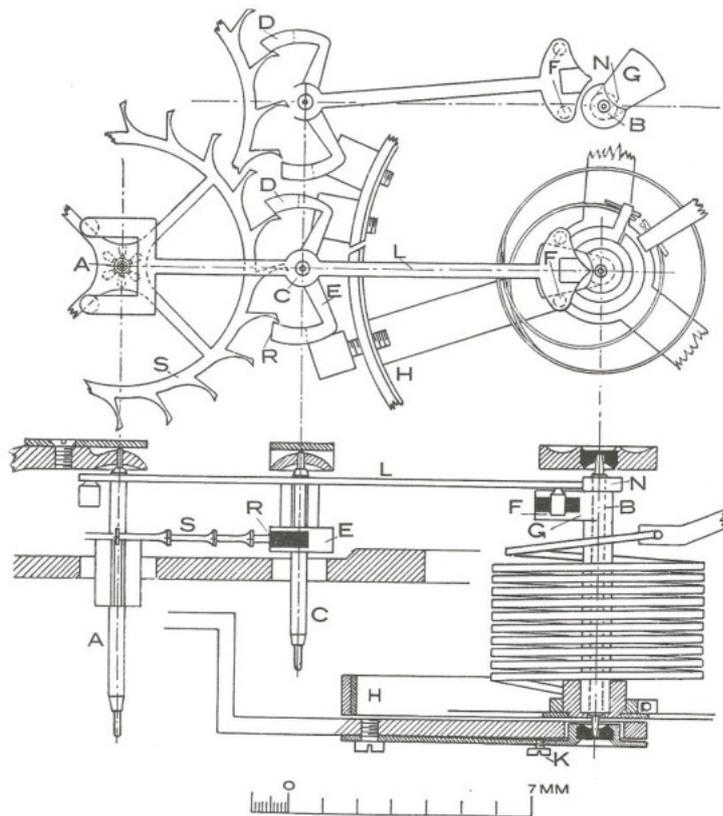


Diagramma e proiezione dello scappamento ad ancora usato da Breguet nelle prime applicazioni (n°294 del 1793) con l'uso della spirale del bilanciere cilindrica.
da Chamberlain "It's About Time".

Lo scappamento cronometro marino

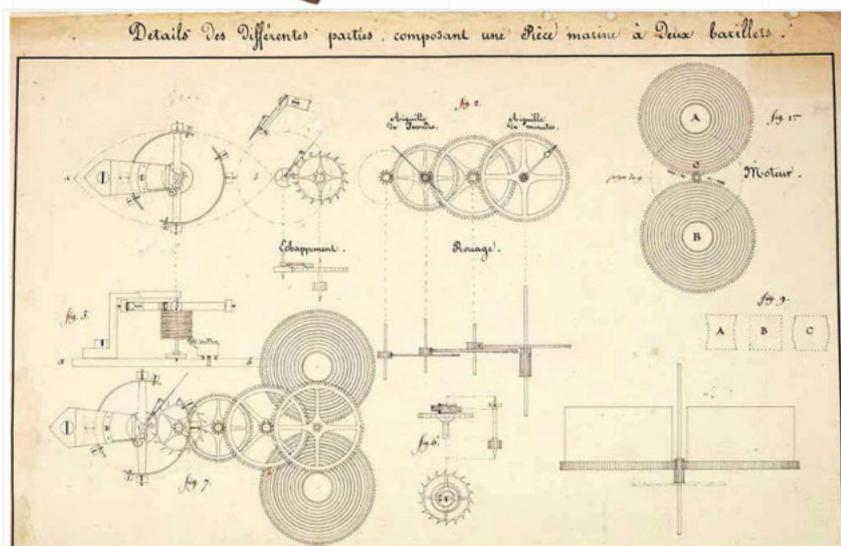
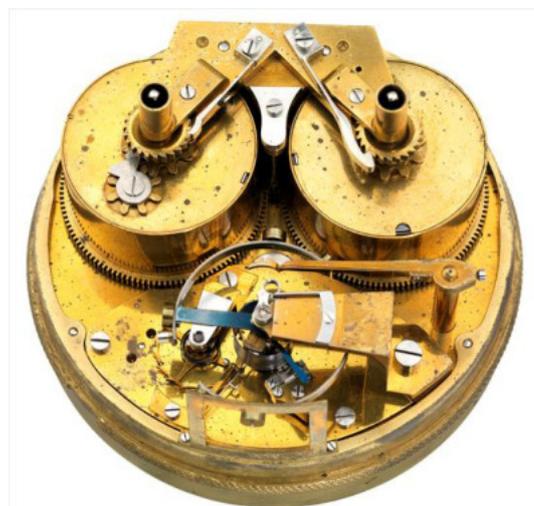
Nel suo splendido *Marine Chronometers at Greenwich Museum*, Jonathan Betts a proposito di Breguet dice:

"Fu Abraham-Louis Breguet che ebbe la capacità di vedere uno sviluppo completamente nuovo all'interno della cronometria francese. Si è detto di più sulla sua vita nella breve nota che precede le voci del presente catalogo, ma ha esplorato le necessità di razionalizzare il *design* del cronometro della marina per renderlo meno costoso, più robusto e più consistente nelle sue prestazioni. Dall'inizio del diciannovesimo secolo, aveva lavorato a nuove idee radicali per questo strumento. L'Esposizione di Parigi del 1819 ha visto Breguet pubblicare una descrizione dettagliata di un nuovo modello con un doppio bariletto. Breguet ha infatti lavorato su questo nuovo calibro per diversi anni, e gli era chiaro, in modo molto razionale, quale fosse il disegno finale del suo progetto.

Un visitatore inglese all'Esposizione del 1819, che evidentemente rimase molto impressionato, fu un membro del *Board of Longitude*, Il capitano Henry Kater (1777-1835), che poi persuase il Consiglio di ordinare un esemplare da Breguet. L'acquisto, che Breguet evidentemente sperava avrebbe portato a ulteriori ordini dalla *Royal Navy*, porta il numero 3194, ora nella collezione *National Maritime Museum*.

Breguet morì pochi anni dopo nel 1823, ma il figlio fu così abile da vendere, nei dieci anni successivi, 130 cronometri alla Marina Francese, nonostante il titolo di *Horloger de la Marine Royale* fosse andato a Henri Motet. Sfortunatamente per il più giovane Breguet, non ci furono altri ordini dal *Board of Longitude* o dalla

Royal Navy. Già dal 1820, erano già in grado di farlo a Londra, una pletera di produttori di cronometri capaci di fare strumenti poco costosi, funzionanti, ed erano, per le riparazioni o gli ammodernamenti necessari, molto più vicino a casa rispetto a Parigi.”



Il cronometro da marina N°3194 di Breguet al National Maritime Museum di Greenwich, con lo schema delle sue parti.

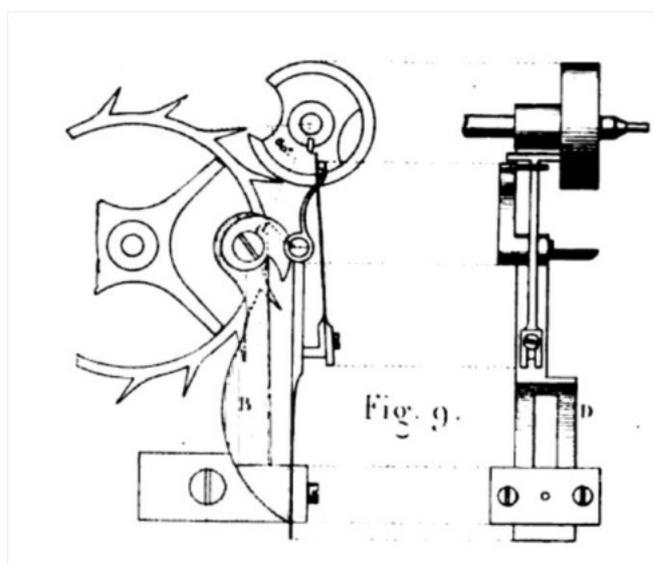
Lo scappamento è montato su di una piattaforma a "navette". La piattaforma è fissata con tre viti, di cui una, una volta svitata, rilascia una molla a distacco dall'impegno della quarta ruota per evitare che ci sia ancora una "fuga" di potenza sul treno orario. Scappamento a *detent* di tipo Breguet con doppia molla.

Lo scappamento a *detent* di Breguet

(dal *Traité d'Horlogerie Moderne* di Moinet)

“La figura 9 è il disegno della molla a scatto di A. Breguet.

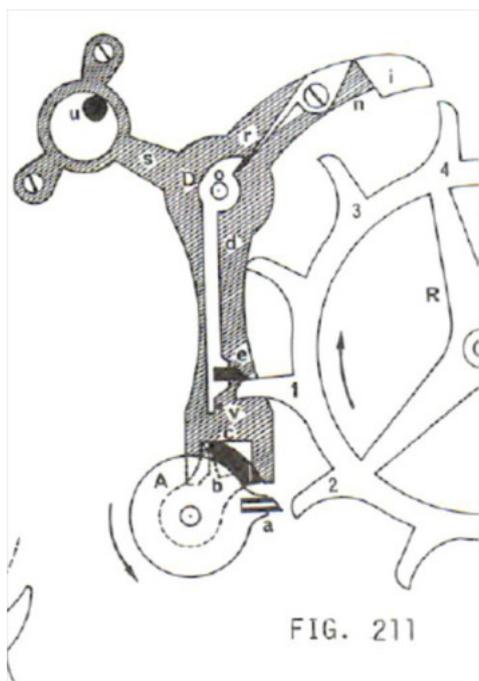
La funzione di riposo avviene sulla tangente alla ruota; tangente che passa di poco avanti rispetto al centro dell'asse del bilanciante. La piccola molla ausiliaria è pressappoco, in direzione di questo centro, e finisce un po' prima della linea che lascerebbe finire ad innescare il punto di flessione. In parecchie dispositivi inglesi esso si allontana di una quantità abbastanza evidente da quella direzione. Infine la scelta del punto di appoggio sull'arresto e del punto di attacco sulla levata, è determinato dalla valutazione che lo sforzo del distacco e la resistenza sull'arresto hanno un tale effetto su entrambe le molle del *detent*, che



queste sarebbero preservate quasi del tutto dall'effetto della torsione.

Il punto d'appoggio del *detent* si trova alla fine di un piccolo ponte o braccio di leva che è approssimativamente parallelo ad esso. Questa disposizione generale offre dei vantaggi; ma richiede un po' più di lavoro rispetto agli altri sistemi. Forse sarebbe stata definitivamente adottata, se non ci fosse questa combinazione viziosa che mette il bilanciere ed il piatto alle estremità del loro asse comune. Le irregolarità di marcia, dovute in gran parte a questo errore meccanico, hanno nociuto a questo sistema di molla a scatto, uno dei meglio organizzati dell'epoca. Gli scappamenti svizzeri hanno cambiato, ma purtroppo senza averlo capito, il *detent* di Breguet. Quindi hanno cambiato la posizione del punto di riposo e punto di contatto del *detent*, ma hanno continuato a praticare una lanterna nella parte flessibile del *detent*; rendendo così una concezione razionale un vero controsenso. “

Uno scappamento a scatto di Breguet (da *Scappamenti di George Gros*)



Il curioso meccanismo rappresentato nella Fig. 211 è stato adottato da Breguet per uno dei suoi cronometri verso il 1795⁵. Certamente, eseguito da questo maestro, questo scappamento doveva funzionare bene, ma dubitiamo che un altro orologiaio dopo di lui abbia potuto fare altrettanto.

La detente **D** che oscilla in **O** ha tre bracci **c,n,s**. Il primo, **c**, è formato come una forchetta di uno scappamento ad ancora; porta all'estremità un dardo avvitato che non è rappresentato sul disegno. L'estremità del braccio **n** è munita nel suo spessore di un rubino a taglio concavo contro il quale si appoggiano e scivolano i denti della ruota. Il terzo braccio **s** serve a limitare lo spostamento della *detente*. Porta un anello all'interno del quale passa una caviglia **u** fissata alla platina. Questo anello è munito di due orecchi destinati a portare dei pesi per l'equilibrio della detente **D**. La detente porta inoltre, ruotante intorno al suo asse **o** un grosso dente **d** che una molla **r** fa appoggiare contro la caviglia **v** fissata sulla detente. Questo grosso dente monta la paletta di riposo **e**. Sull'asse del bilanciere è montato il piatto **A**

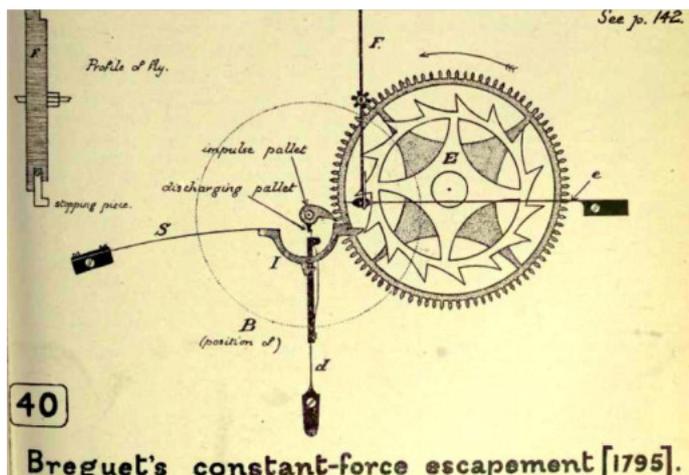
che porta la paletta d'impulso **a**; sullo stesso asse si vede un braccio al quale è fissata la caviglia di sganciamento **b** che entra nell'incavo della forchetta.

Il disegno mostra il dente **1** della ruota contro la paletta **e**. Quando il bilanciere gira nel senso indicato dalla freccia, il bottone trascina la forchetta e con essa il grosso dente; avrà così luogo lo sganciamento del dente **1**. Questo sganciamento è facilitato dalla forma stessa del dente; appena la parte arrotondata di quest'ultimo si presenta all'estremità della paletta il grosso dente cede allontanandosi dalla caviglia **v**. Il dente **1** lascia il riposo e il dente **2** agisce sulla paletta d'impulso **a**. Il grosso dente si rimette immediatamente a posto sotto la spinta della molla **r**. L'estremità del braccio **n** della detente si riavvicina al centro della ruota e la paletta **i** ferma la ruota col dente **3** mentre il bilanciere percorre l'arco supplementare.

Nell'oscillazione in senso contrario il bottone **b** riporta la forchetta verso destra; il braccio **n** si allontana dalla ruota e lascia scappare il dente **3** che tratteneva. Questo dente scivola contro la paletta **i** e va a prendere il posto del dente **4**, mentre il dente **2** va a fermarsi contro la paletta **e**. Poi ricomincia una nuova oscillazione d'impulso.

⁵ Potrebbe forse essere il n°148 venduto al Duca di Praslin.

Lo scappamento a forza costante di Breguet (da *Marine Chronometer* di R. Gould)



“In questo modello la molla ausiliaria è diritta. La ruota di scappamento è duplex, una prima serie di denti viene impiegata per il bloccaggio e la seconda serie per riavvolgere la molla ausiliaria. La parte F, spinta dalla ruota di scappamento, è prevista per garantire che il riavvolgimento non avvenga troppo rapidamente causando quindi danni. Si potrebbe osservare che, anche se l'uso di un *remontoire* lo consentirebbe, il conoide potrebbe essere eliminato dal movimento, anche se non avviene in questo caso.

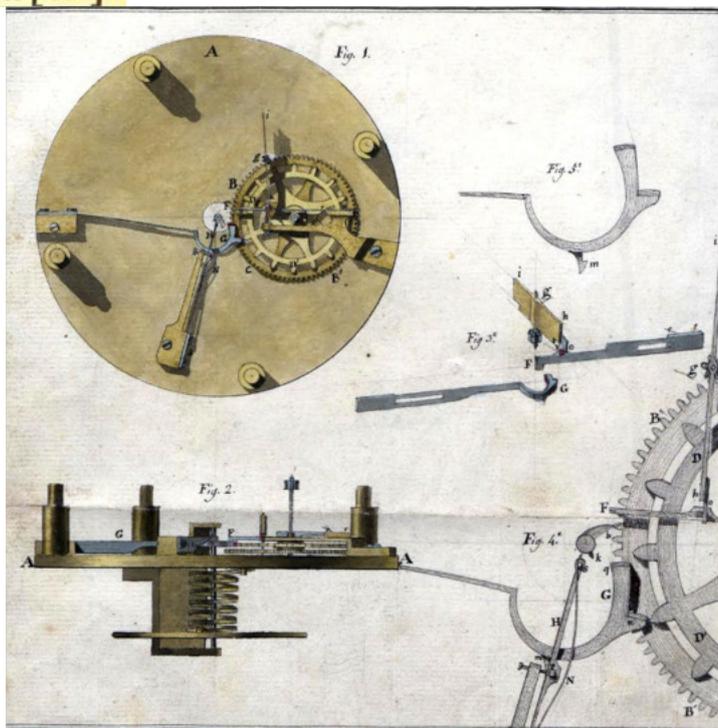
Il *remontoire* è necessariamente una parte del

meccanismo delicata ed esposta a notevoli variazioni di forza nella sua azione e quindi le sue regolazioni potrebbero essere compromesse.

Saunier, nella sua opera classica (*Traité d'Horlogerie Moderne*), dice di questo scappamento di Breguet, che non ha dato risultati migliori di uno normale, e quindi non è stato impiegato nonostante fosse stato eseguito con l'inimitabile abilità di Breguet.

Quasi a compensare questo giudizio, Gould cita Arnold che ebbe più volte a dire a Urban Jurgens, famoso costruttore danese di cronometri, che egli considerava Breguet il più abile orologiaio europeo.”

Il disegno originale del brevetto richiesto da Breguet il 2 Marzo 1798. (INPI)

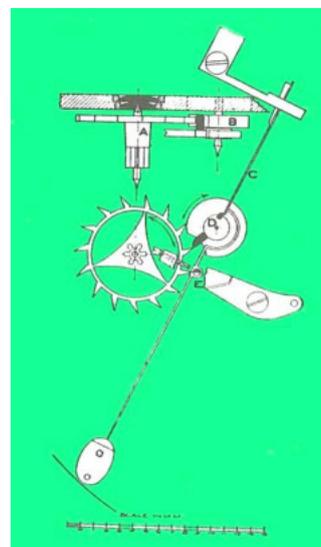


Lo scappamento cronometro di James Peto (disegno da "It's About Time" di P. Chamberlain)

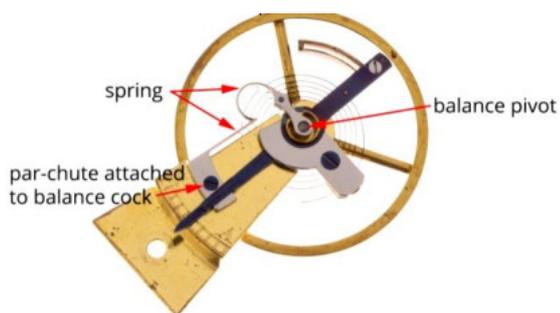
Rispetto allo scappamento di Earnshaw quello di Peto (o Petto) presenta la molla di passaggio che anziché essere sul dente d'arresto si trova in alto sulla parte opposta del *detent*.

L'estremità del *detent* è trascinato attorno alla paletta di scarico D e la molla di passaggio E funziona allo stesso modo che nello scappamento di Earnshaw.

Peto fu allievo di quest'ultimo ed entrambi lavorarono per Brokbank verso cui Earnshaw lanciò pesanti accuse di slealtà e considerato uno dei suoi peggiori nemici, secondo forse al solo Arnold.

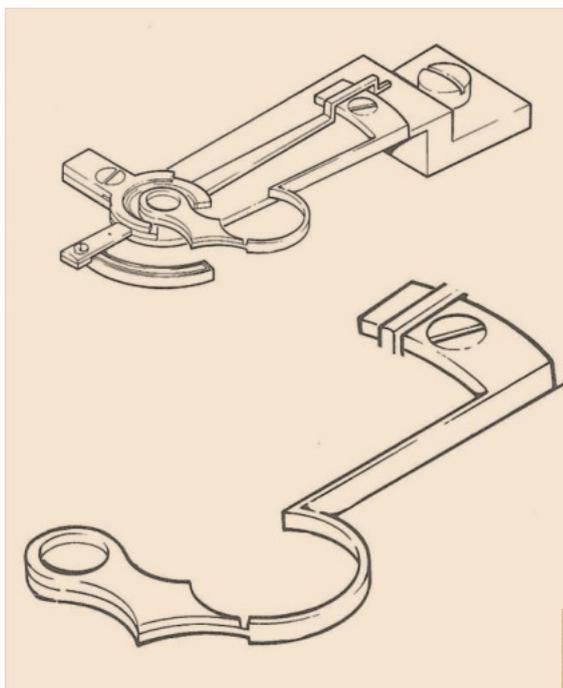
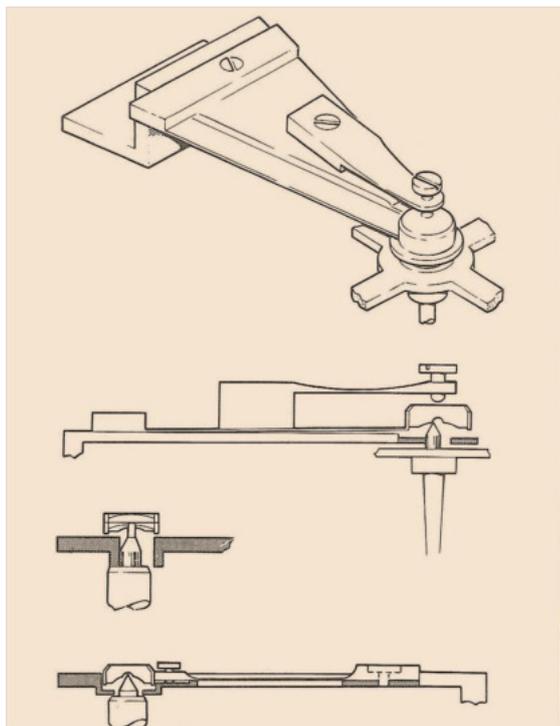


Protezione dei pivots: para-chute e sospensione elastica



Il **para-chute** e la sospensione elastica sull'asse del bilanciere, sono i dispositivi che Breguet inventò per proteggere, in caso di urto violento l'orologio, evitando così la rottura del pivot.

(disegni da L'Art de Breguet Antiquorum)



Louis Moinet dopo aver criticato il *para-chute* di Breguet nel cap.1446 del suo *Nouveau Traité Général d'Hologerie*, lo



definisce troppo elastico, e ne propone un tipo (fig.5 Pl. XLI) che sicuramente è più rigido, ma è davvero più efficace?

L'indicatore della riserva di carica



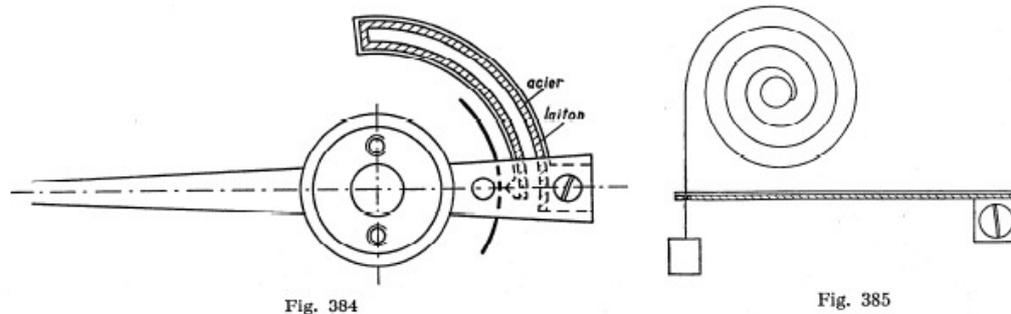
Una cremagliera (in basso a sinistra) collegata al bariletto muove un asse con una lancetta che, su di una sezione di cerchio sul quadrante, indica il tempo rimanente di carica del movimento.

Si narra (ma probabilmente è una leggenda) che Breguet introdusse questo dispositivo in seguito alle lamentele del principe di Talleyrand circa la breve durata di carica del suo

orologio *perpetuelle*, mentre quelli in possesso di altri marciassero più a lungo. La risposta più semplice e più vera sarebbe stata quella di far notare al principe la sua scarsa mobilità, ma non volendo rischiare di offenderlo, Breguet applicò allora il dispositivo.

La sua invenzione è molto lontana nei tempi, alle origini dell'orologeria meccanica, inoltre venne usata nei cronometri da marina ed in quelli da tolda oltre che da Breguet.

La regolazione termica semplice



Breguet usò questo dispositivo (fig.384) sugli orologi di normale uso mentre su quelli più raffinati utilizzò il più costoso bilanciere compensato. L. Defossez nel suo *Theorie General de l'horlogerie* nota che questo sistema agisce su un tratto della spirale e ne varia l'isocronismo, a differenza del sistema ideato da Harrison (fig.385) in cui la barra bimetallica modifica la lunghezza della spirale e varia solo il periodo.

Dispositivo di auto-carica con massa oscillante: *perpetuel*.

Il principio di carica automatica ha probabilmente origini più antiche ed in campi diversi prima della sua applicazione in orologeria (es.: pedometro, verricello meccanico). Parecchie pagine si sono scritte su chi possa esser stato l'inventore, ma fonti contrastanti ad oggi non danno l'assoluta certezza di chi sia stato l'ideatore. Un documento presentato all'*Accademie des Sciences* nel 1778 lo fa attribuire a H.Sarton di Liegi⁶ ma un testo del 1863 dice che l'inventore antecedente sia stato Abraham-Louis Perrelet di Locle che avrebbe venduto due di questi orologi ad A. Breguet ed a Recordon. Quest'ultimo avrebbe poi presentato in Inghilterra, nel 1780, un brevetto di questa invenzione⁷.

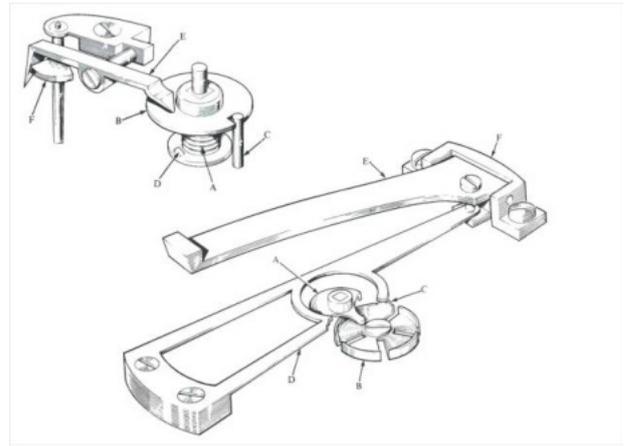
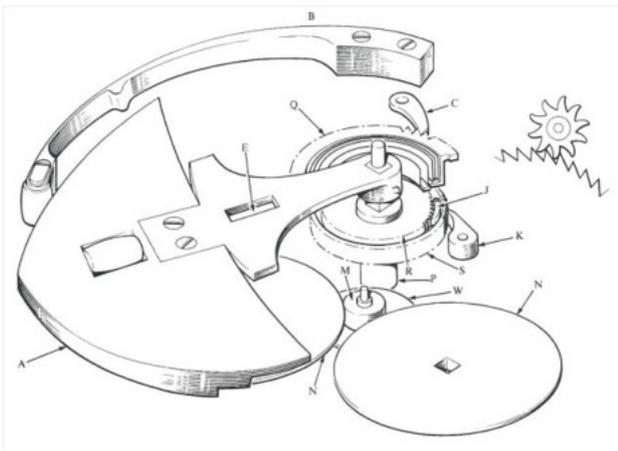
Chapuis e Jaquet, nel 1952, scrissero, "... verso la metà del XIX secolo, il defunto Edward Brown, capo della ditta Breguet ... menzionò che un orologiaio di Norimberga era stato l'inventore di un orologio perpetuo, ma non aggiunse ulteriori dettagli a questa affermazione".

Di recente si sono occupati di questo tema dapprima Giuseppe Flores e, successivamente, Richard Watkins⁸. A chi ha interesse ad approfondire l'argomento una lettura del testo di quest'ultimo (*The Origins of Self-Winding Watches 1773 – 1779- Second Edition*) offrirà numerosi spunti d'interesse. Debbo dire che Watkins non è un ammiratore di Breguet, anzi non trascura occasione per denigrare il suo lavoro, purtroppo cadendo spesso in errori non banali come quando critica lo stop-work dell'orologio n°28 al Museo di Ginevra riconosciuto come un falso Breguet .

⁶ <https://www.horlogerie-suisse.com/technique/les-complications/origine-des-automatiques>

⁷ <https://www.horlogerie-suisse.com/horlomag/jsh-histoire/0043/historique-de-la-montre-a-remontage-automatique-1946>

⁸ <http://www.watkinsr.id.au/Origins.html>



Breguet- Meccanismo di ricarica automatica e dispositivo di blocco della massa oscillante quando la molla del barileto è carica.

Avendo la personale convinzioni che in orologeria le invenzioni pure, quelle mai pensate da altri, né parzialmente né solo descritte, sono molto rare, la diatriba mi appassiona poco e quindi la abbandono. (Per chi voglia approfondire suggerisco: *Récapitulatif de tous les documents répertoriés sur les montres dites maintenant «automatiques», jusqu'en 1780 di Joseph Flores-Heinz Mundschaun - Richard Watkins, Agosto 2013*)

Si può certamente affermare che Breguet è stato senza dubbio colui che ha perfezionato il più possibile il sistema, anche se non abbiamo alcun documento sull'attività su questo dispositivo tra il 1775 e il 1782.

Sono numerose le varianti che Breguet porterà a questo meccanismo sino a renderlo accettabile dal punto di vista della durata della carica e diminuendo al massimo frizioni e perdite d'energia.

Tra il 1787 ed il 1823 produsse 60 orologi mentre si stima che altri 20 o 30 siano stati prodotti prima di questo lasso di tempo, pur non trascurando la probabilità che molti di questi siano dei falsi.

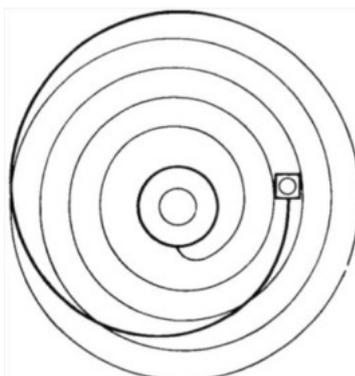
Nella collezione di sir David Salomon ve ne sono 11, sicuramente autentici, tutti con qualche differenza tecnica che li distingue.

Un po' malignamente Watkins attribuisce queste differenze all'idea di Breguet di vendere pezzi unici e quindi ottenere prezzi più alti, mentre non contempla la possibilità, come io credo, che queste differenze dipendano dalla continua ricerca di Breguet per ottenere un automatico il più efficiente possibile.

Voglio solo ricordarne alcune sue principali varianti:

- massa oscillante in oro/platino, invece che ottone, per ottenere minore ingombro con la maggiore densità della massa;
- la massa oscillante, sospesa in modo eccentrico così da tornare nella posizione originale dopo ogni oscillazione;
- spinta in andata/ritorno di due diversi bariletti di carica;
- blocco automatico della massa oscillante al raggiungimento della massima carica delle molle.

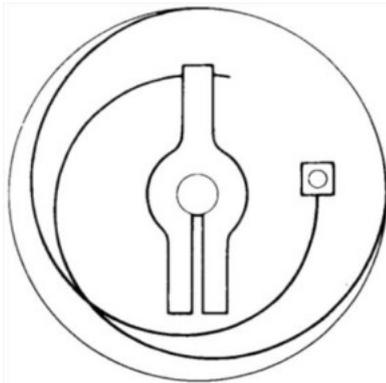
Molla spirale overcoil o spiral coudé (spirale Breguet)



La molla spirale del bilanciere, inventata dal matematico olandese Huygens nel 1675, stabilì un certo livello di isocronismo che era soddisfacente per quei tempi.

Costruita in rame o ferro aveva poche spire e non garantiva le isocrone oscillazioni del bilanciere.

Nel 1795 Abraham-Louis Breguet risolse il problema alzando la prima e

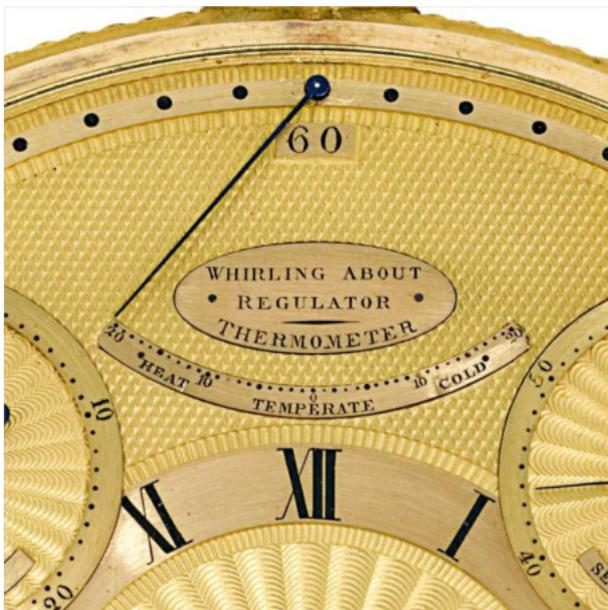


Le curve terminali di Arnold

l'ultima spira della molla e riducendo la sua curvatura, assicurando così l'espansione concentrica di essa.

Dotata di questa "piegatura" (*over-coil*) la spirale è anche concentrica ed aumenta la precisione di marcia dell'orologio. Breguet si occupò anche di studiare varie composizioni bi-metalliche del bilanciere per la compensazione termica. Nel 1796 Arnold applicò la *spiral coudé* a quella cilindrica ottenendo ottime prestazioni dai suoi cronometri. Secondo George Daniels è quest'ultimo che per primo ebbe l'idea per le spirali cilindriche dei cronometri, anche se questo non elimina la possibilità che sia stato Breguet ad applicarla per primo negli orologi da persona.

Il termometro



Nei suoi orologi Breguet impiegò un termometro metallico a spirale, un tipo di termometro che utilizza l'espansione del metallo sotto il calore e che produce una misura più sensibile e con un intervallo più elevato rispetto ai termometri a mercurio ed ad aria. Funzionando secondo il principio della diversa dilatazione dei metalli, è costituito da una striscia di platino molto sottile saldata ad una d'argento con



una striscia d'oro saldata in mezzo.

Per soddisfare anche la richiesta che gli veniva da ambienti scientifici, produsse termometri più grandi e sensibili a forma di orologio da tasca (British Museum), o come il n°78 fabbricato tra il 1818 ed il 1821 venduto il 5 aprile 1825 al signor Bouvard per 200 franchi.

Monsieur Bouvard faceva parte di una commissione franco-austriaca (14 scienziati francesi facevano parte di questa commissione) che studiava la lunghezza del pendolo

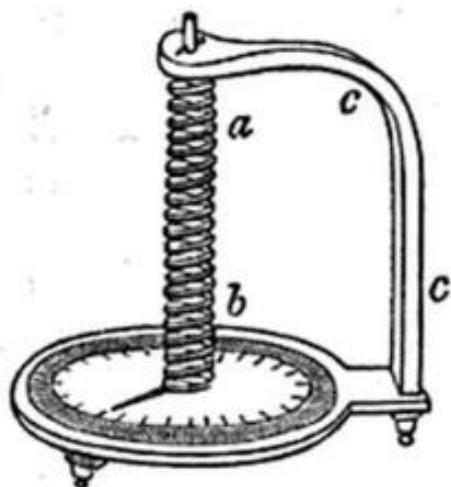


lungo l'intera distanza dei paralleli tra il 45° ed il 48° grado di latitudine, e di cui faceva parte anche il principe di Metternich.

Breguet ed ancora il figlio Louis François Clément, proseguirono nello sviluppo di un termometro molto sensibile alle variazioni termiche e concepirono uno strumento da laboratorio che prese il nome di **Termometro Breguet**.

Diagramma del termometro di Breguet

Le strisce di metalli saldati sono curvate in un'elica (a). L'estremità superiore dell'elica è fissata a un supporto metallico (c) e l'estremità inferiore è collegata a un indice, che sporge su un cerchio graduato (b). L'espansione dell'argento con la temperatura è quasi il doppio del platino, con l'oro che si trova nel mezzo. Il risultato è che un aumento o una diminuzione della temperatura causerà una corrispondente torsione nella spirale, spostando l'indice.



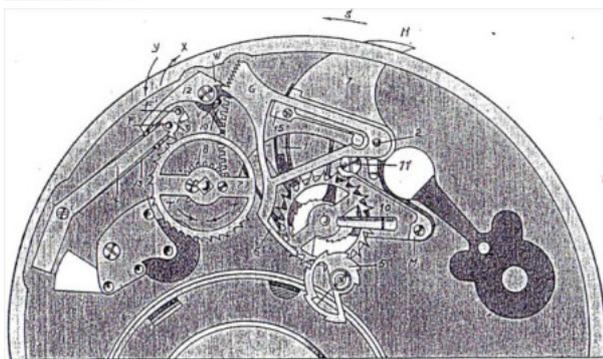
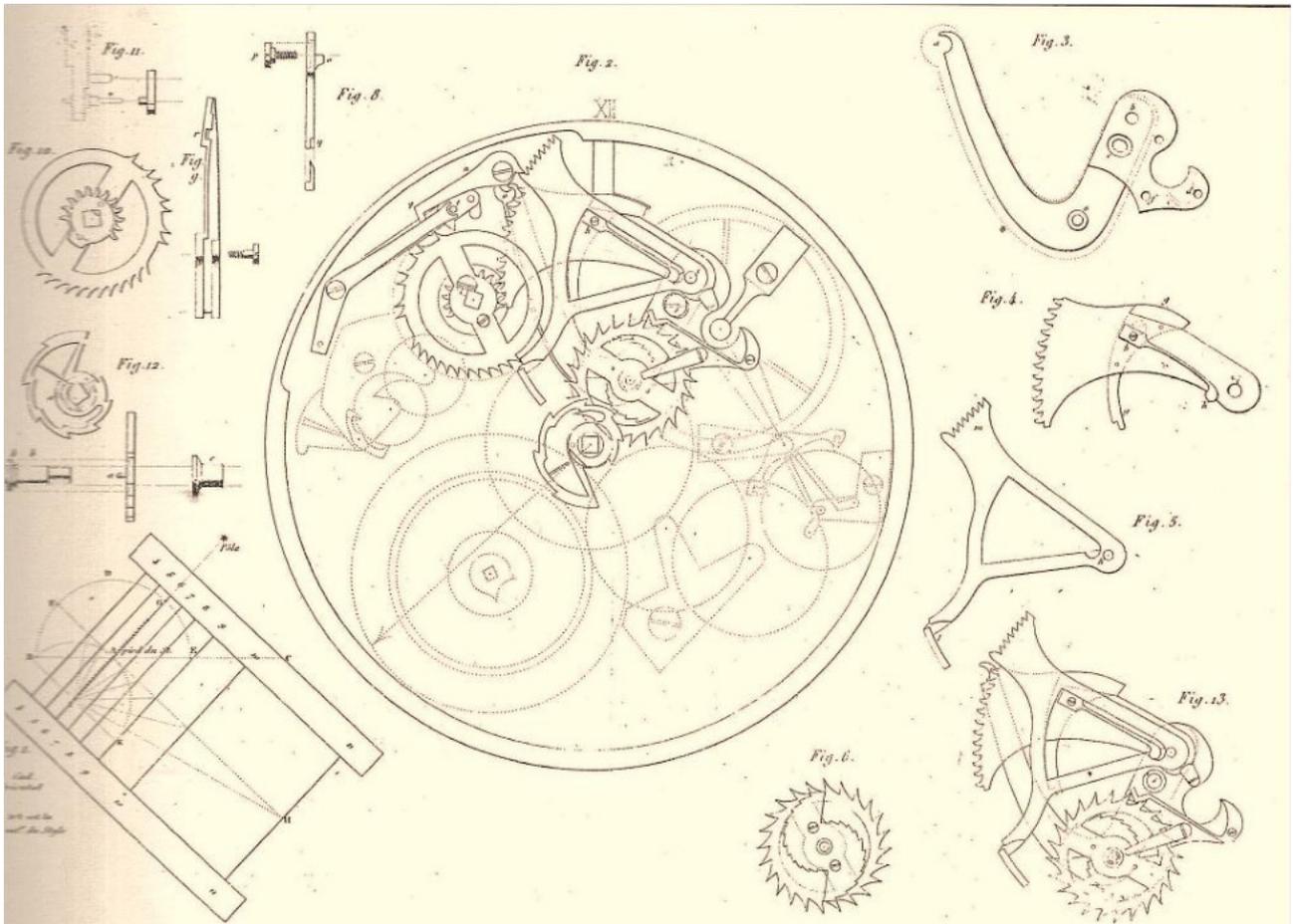
È un termometro estremamente sensibile, perché permette di misurare frazioni molto piccole del grado, e nello stesso tempo è assai pronto, in quanto entra rapidamente in equilibrio, permettendo l'osservazione di temperature in rapida variazione. Mediante una piccola modifica può essere usato come galvanometro.

Esiste un modello modificato in maniera da poter essere usato anche come galvanometro, facendo passare attraverso la spirale la corrente di cui si vuole misurare l'intensità. Infatti la spirale si riscalda e l'ago si sposta. Il circuito esterno è inserito mediante due morsetti, fissati alla base di legno, uno dei quali comunica con l'asta prismatica che regge un'estremità della spirale, mentre l'altro è in contatto con un piccolo recipiente, contenente mercurio, in cui è immersa l'altra estremità della molla.

Questo strumento ha il difetto di non ritornare esattamente nella posizione primitiva ogni qualvolta si ristabilisce la stessa temperatura, perché la spirale subisce delle lente modificazioni con il variare della temperatura: occorre quindi controllarne spesso la taratura. (da Museo delle Scienze Galileo Galilei).

Le ripetizioni

Per fornire una maggiore precisione alla rilevazione auditiva notturna del tempo, Breguet applicò spesso nei suoi orologi la ripetizione dei mezzi quarti di cui vediamo lo schema tratto dal *"Nouveau Traité Général d'Horlogerie"* di Louis Moinet. Un breve colpo del martelletto suonato su di un solo timbro di diversa tonalità, indica il superamento della metà del quarto seguente.



(Da *A Guide to Complicated Watches* di François Lecoultré)

Secondo Moinet, Breguet copiò il disegno di questo tipo di ripetizione, da Lépine⁹. Alla ricerca di argomenti che potessero sostenere questa tesi, ho preso in considerazione (e perso molto tempo) a cercar di tradurre, e capire, la lunga, noiosa, descrizione che ne fa François Lecoultré nel suo *A Guide to Complicated Watches*. Qui descrive due diverse tipologie di questo meccanismo, attribuendone una, il cui disegno riprende quello di Moinet, a Breguet.

⁹ Chapiro nel suo articolo *"Lépine a 'unknow' maker"* fa notare come questo orologiaio non venga citato dagli scrittori d'orologeria dell'epoca (Berthoud, Dubois) e come se ne trovi solo qualche accenno in Moinet che da segretario di Breguet, avrebbe tratto dalle carte di quest'ultimo le informazioni in proposito. A Lépine si deve l'eliminazione della catena (sostituita da una cremagliera) dal treno della ripetizione e probabilmente questo induce Moinet ad accusare Breguet di averne copiato lo schema quando sembra, invece, che l'ispiratore di alcune sue ripetizioni sia stato l'inglese Strogden. Tuttavia diversi elementi contribuiscono a definire un probabile periodo di attività comune tra Lépine e Breguet, forse intorno al 1780.

A questo punto viene in soccorso delle mie ricerche Richard Watkins che, nella seconda edizione del suo *Repeater*, mostra come anch'egli abbia compiuto, naturalmente con maggiore competenza, un percorso simile al mio ma più approfondito e, cosa più importante, con un risultato abbastanza plausibile.

Watkins finisce con il sostenere la tesi che tutte le ripetizioni di Breguet, ad eccezione forse di quella dei minuti, siano derivate da quelle di Matthew Stogden. Costui era un orologiaio esperto in ripetizioni che lavorò per Graham ma troviamo il *design* delle sue ripetizioni anche negli orologi di Mudge, Dutton, Ellicott, Vulliamy ed Arnold. Quest'ultimo potrebbe essere stato il ponte per questa conoscenza acquisita da Breguet.

Dall'esame di 20 orologi a ripetizione di Breguet, illustrati nel catalogo *Antiquorum L'Art of Breguet*, Watkins ne trova 13 con un design molto simile a quelli di Stogden, 5 hanno una ripetizione di quarti standard, solo 2 sono diversi.

Tanto basta perché Watkins si persuada che Stogden sia stato l'ispiratore delle ripetizioni di Breguet e che tutte le differenze in esse esistenti, siano dovute alla mania di Breguet di fare orologi unici per i suoi clienti. Ma questa è una tesi che mi sembra azzardata e che escluda invece la voglia di miglioramento insita nella genialità meccanica di Breguet. Per dirla in maniera più prosaica: Breguet non cercò mai d'inventare l'acqua calda, ma ne variò la temperatura affinché rispondesse alle sue esigenze.

Le due differenti cadratures della ripetizione di Berthoud e quella più moderna di Lépine. Si nota la sostituzione della catena (segnata dalla freccia) con la cremagliera.



Fig. 1. - Cadrature à quarts, de Julien Leroy et de Ferd. Berthoud.



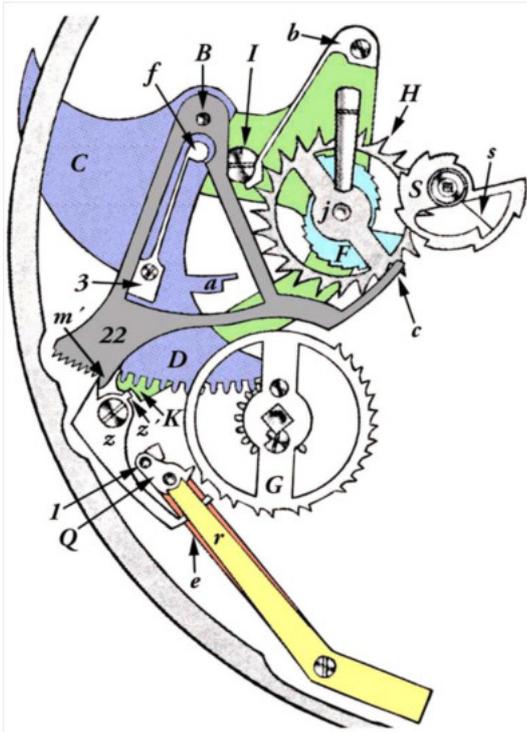
Fig. 2. - Cadrature à quarts à un seul marteau, de Lépine.

Ritornando alla ripetizione dei mezzi quarti di Breguet ed a quanto di essa dice Watkins, ripropongo di seguito una libera traduzione del suo paragrafo:

La ripetizione dei quarti di Stogden e Breguet

“Sembra molto probabile che Breguet sia giunto al design di Stogden attraverso John Arnold o suo figlio John Roger Arnold. Arnold aveva realizzato già diverse ripetizioni di Stogden prima di conoscere Breguet.

La figura successiva mostra il meccanismo a riposo. Questa ripetizione utilizza un singolo martello e un martello-pallet che colpisce sulla cassa o su un gong. Suona singole note per le ore, seguite da doppie note per i quarti interi e, se necessario, a nota unica per il mezzo quarto successivo.



La più evidente differenza con la ripetizione di Stogden è che la lumaca **F** (azzurro chiaro) non è guidata dal canotto pignone. Invece esso manca ed è sostituito dalla ruota a stella **H** e dalla parte **b**. Inoltre, la chiocciola oraria delle ventiquattro ore, ha 2 chiocciole di dodici ore. Di conseguenza ogni passo è di soli 15° invece di 30° di larghezza e quindi bastano solo 7° e 1/2 liberi affinché la ruota a stella faccia avanzare la chiocciola dopo che il ponticello **b** ha raggiunto la punta di un raggio.

Perché c'è solo un martello e un pallet, il braccio **tutto o niente** non è necessario. Invece, questa ripetizione ha due molle sovrapposte **r** (gialla) ed **e** (rossa) che controllano la posizione verticale del martello **Q**. La molla inferiore **e** è più forte e, quando la ripetizione è a riposo, il martello è tenuto fermo e fuori contatto dal rastrello di suoneria **G** dal piccolo pezzo **tutto o niente z**. La molla **r** assicura che il martello sia pressato. Il grande pezzo **tutto o niente ljk** (verde) ruota sotto una vite arrotondata in **I**, la chiocciola **F** e la ruota a stella **H** sono unite ad essa in **j**. Il suo

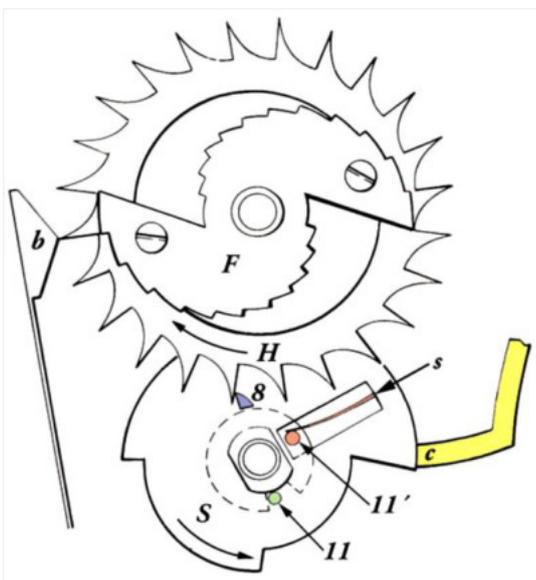
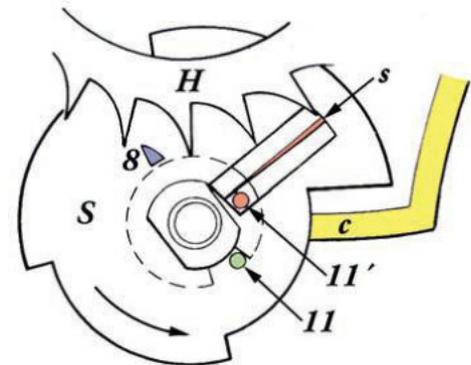
braccio **jk** passa sotto la cremagliera **CaD** (blu scuro) e poggia contro il dente **z'** attaccato al piccolo pezzo **tutto o niente z**. Quando la ripetizione viene attivata dalla slitta, la pressione del braccio della chiocciola a cremagliera **a** sulla chiocciola fa ruotare il grande pezzo **tutto o niente** in senso antiorario in modo che il braccio **jk** ruoti il piccolo **tutto o niente z** in senso orario, rilasciando la molla **e** che solleva il martello **Q** al livello dello rastrello di suoneria **G**.

Il pezzo per il conteggio del mezzo quarto **B-22-c** (grigio scuro) ruota in **B** e cade sotto la pressione della sua molla di caduta **f**. Invece di utilizzare un perno montato sulla cremagliera per controllare il movimento del pezzo da contare mezzo quarto, il piede **3** della molla di caduta serve a questo scopo. Esso utilizza la stessa forma di **piccolo tutto o niente** blocco faccia **m'** come nella ripetizione di Stogden.

Attivazione e rilascio del meccanismo **tutto o niente**, come attivare o bloccare il meccanismo **tutto o niente** sono

esattamente gli stessi della ripetizione di

Stogden. Invece è differente la disposizione dei denti di battuta del quarto e del mezzo quarto sul rastrello **G**, per avere di conseguenza un solo martello. Invece di avere denti equidistanti, il primo, il terzo e il quinto mezzo quarto di denti (contando dai denti che battono l'ora) sono spostati più vicino ai denti seguenti per creare un doppio colpo. Quando si suona un mezzo quarto, viene utilizzato solo il primo dente di una coppia. Ad esempio, a 25 minuti i primi tre denti suonano una doppia nota, una pausa e una singola nota prima che il piccolo pezzo **tutto o niente** lasci cadere il pallet del martello per prevenire un ulteriore suono".



A questo punto mi è sembrato opportuno citare le differenze che lo stesso Watkins segnala:

“Altre parti del meccanismo, sebbene diversi, derivano in parte anche dal design di Stogden. La chiocciola del mezzo quarto **S** è rilasciata e tenuta in posizione da una integrale debole molla **s**, allo stesso modo come la chiocciola delle ore nella ripetizione di Stogden.

La chiocciola delle ore è trascinata da una guida **8** montata sul lato inferiore della chiocciola del mezzo quarto come si vede nella figura a destra.

Il movimento della chiocciola **S** è limitato dal perno **11** (verde), montato sulla chiocciola ed agisce su una fessura del colletto rigidamente fissato al pignone canotto. La molla **s** agisce sul perno **11'** (rosso) montato sul colletto, ed è questo perno quello che guida la chiocciola verso la molla. (Alternativamente, **s** può agire nella fessura del colletto.)

Questa molla ha la stessa funzione della molla **7** nella ripetizione di Stogden.

Se la ripetizione viene attivata appena prima della fine del quarto o del mezzo quarto, e il braccio **c** blocca l'avanzamento della chiocciola e del pignone canotto, questi continuerà a ruotare fino a che la molla **s** si piega e la chiocciola viene tenuto ferma.

Al cambiamento dell'ora, chiocciola dei quarti e dell'ora hanno gli stessi requisiti di accuratezza e scorrevolezza delle ripetizioni con ruota a stella. La figura accanto mostra la posizione prima dell'ora.

La guida della chiocciola **8** (blu) ha ruotato la chiocciola delle ore e la ruota a stella di 7° e $1/2$ sino a quando il ponticello **b** si trova all'estremità della punta ed, esattamente all'ora, chiocciola e la ruota a stella passano all'ora successiva.

La chiocciola dei quarti e dei mezzi quarti, ha un comportamento un po' più complicato.

Normalmente è l'estremo bordo del braccio della chiocciola **c** che determina il cambio del mezzo quarto.

E così il quarto 3 od il 7 quarto e $1/2$ della chiocciola deve essere attraversato per la larghezza del braccio **c** in modo che questo possa atterrare il più internamente possibile al gradino zero ed esattamente sull'ora.

La molla **s** è molto più debole della molla di spinta **b**. Quindi circa 5 minuti prima dell'ora, quando la guida **8** della chiocciola comincia a spingere la ruota a stella contro il ponticello **b**, la chiocciola **S** è tenuta ferma e quindi *ritardata* rispetto al canotto pignone.

Ciò garantisce che il braccio **c** atterrerà sempre completamente prima dell'ora.

Poiché la chiocciola è ferma mentre il canotto pignone continua a ruotare, il bordo posteriore della fessura nel colletto raggiunge il perno **11** e ruota la chiocciola **S**, con la molla **s** tesa, nella posizione della figura precedente.

Allo scoccare dell'ora, quando la chiocciola e la ruota a stella saltano in avanti, la guida **8** non è più ostacolata dalla ruota a stella e quindi la molla **s** spinge la chiocciola **S** per saltare in avanti ed il perno **11** ritorna all'altra estremità della fessura, come nella prima figura.

In questa posizione il bordo d'uscita del braccio della chiocciola **c** è alla fine del 3° quarto (o del $7^\circ 1/2$) e scende correttamente sullo 0 gradino del quarto o del mezzo quarto.”

Breguet, come ho avuto modo di dire in precedenza non si vantò d'aver mai inventato qualcosa nel campo delle ripetizioni, anche se come abbiamo visto, le modifiche sono numerose.

Sottolineò solo l'ampliamento dello spazio disponibile sulla *cadature*, spostando 3 viti.

La ripetizione “à trois vis”

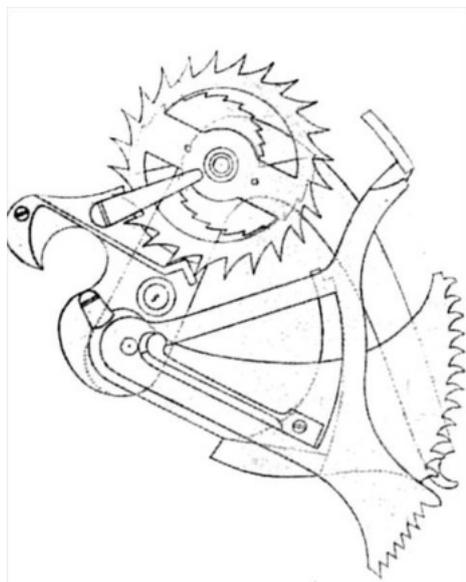


Riporto da un articolo di Pierre Huguenin:

“Il nome sembra una trovata pubblicitaria.

Sembra, infatti, che lo spostamento di tre viti abbia permesso a Breguet di rimuovere il gruppo dal movimento complesso della cremagliera, della stella e del pezzo dei quarti. Vediamo che manca la “sorpresa” e che la chiocciola dei quarti è posta al centro del movimento.

In assenza di una “sorpresa”, Breguet immaginò, o ha preso da un predecessore, il sistema per montare la lancetta delle ore su una stella a 12 denti, saltando di 60 gradi alla volta, al sessantesimo minuto di ogni ora. Ha chiamato questa l'ora saltante. Ma il cliente avrebbe fatto errori di lettura. Il sistema fu presto abbandonato dallo stesso Breguet che fece altre ripetizioni, di cui si conserva un miglior ricordo.”



Il blocco della ripetizione che Breguet modificò in modo da essere tolto dalla platina solo svitando 3 viti.



La ripetizione di quarti di Breguet vista dal lato della cadrature. Questo design fu anche utilizzato da molti imitatori di Breguet.

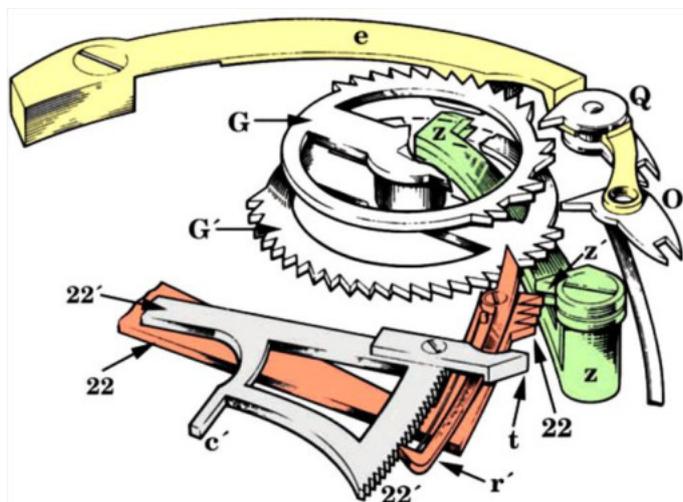


*Altro tipo di ripetizione di quarti utilizzata da Breguet e che spesso si trova anche nelle imitazioni.
(da Horlogerie Suisse)*

Meccanismo della ripetizione di minuti di Breguet

Rimando alla lettura di pag. 76 di *Repeater II Ediz.* di Richard Watkins dove viene analizzata una ripetizione a minuti di Breguet.

L'argomento non è di facile lettura oltre a ritenere superfluo riproporlo in queste pagine.



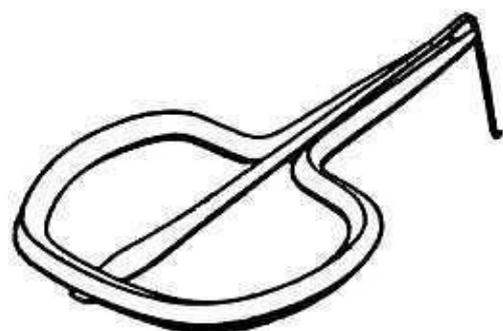
Il meccanismo della ripetizione dei minuti di Breguet da Watkins

Le molle sonore nelle ripetizioni

Il loro utilizzo risale alla fine del 700 e si afferma in modo definitivo nei primi del secolo successivo. L'abolizione della campana all'interno portò un notevole miglioramento dei costi oltre alle minori dimensioni dell'orologio, ed è quindi da considerare una vera invenzione.

Nonostante a molti famosi orologiai sia stata attribuita questa paternità, non esiste alcuna ragionevole certezza sull'esistenza di un solo inventore.

E' stata attribuita a Julien



Leroy perché fu tra i primi ad eliminare la campana ed ad utilizzare la ripetizione *à toc*. Come dice G. Brusa (articolo *La Voce di Hora* dicembre 1998) è stata attribuita "all'onnipotente Breguet" dall'Accademico, suo amico, Jean-Baptiste Fourier, ma lo stesso Breguet non l'ha mai rivendicata. Questa attribuzione risale al 1826, molto

tempo dopo il suo utilizzo ed avvenne in un discorso celebrativo (*commemorazione all'Accademie des Sciences di Breguet dopo la sua morte*), quindi poco affidabile dal punto di vista storico.

Delle lamine esiste una descrizione che ne fa François Crespe nel suo « *Essai sur les Montres à Répétition* » dove fa risalire l'uso della lamina sonora allo strumento fatto vibrare nel cavo orale: l'idiofano, detto anche "marranzano" o "scacciapensieri".

Lo strumento era usato tipicamente dai pastori ma è comunque curiosa l'analogia dei passatempo musicali sia sulle Alpi che sui Nebrodi. L'applicazione delle lamine sonore la troviamo nei *carillon* degli orologi musicali.

Il Tourbillon

Il tourbillon o gabbia ruotante brevettato da Abraham-Louis Breguet, rimane tra le testimonianze più notevoli della meccanica in orologeria, ed incontestata conferma della genialità del suo inventore.

E' noto che in un orologio la regolarità di marcia può cambiare in funzione dell'orientamento della sua posizione verticale, e che questo dipende dalle variazioni d'equilibrio sia del bilanciere che della spirale.

Tra le condizioni ideali richieste, per ovviare a quest'inconveniente, vi è la necessità che il centro di gravità del sistema bilanciere-spirale coincida con il centro di rotazione anche durante le oscillazioni.

Breguet pensò ad una soluzione che non annullasse queste differenze ma, invece, le compensasse imponendo al sistema bilanciere-spirale una rotazione completa della durata di un minuto, durante il quale

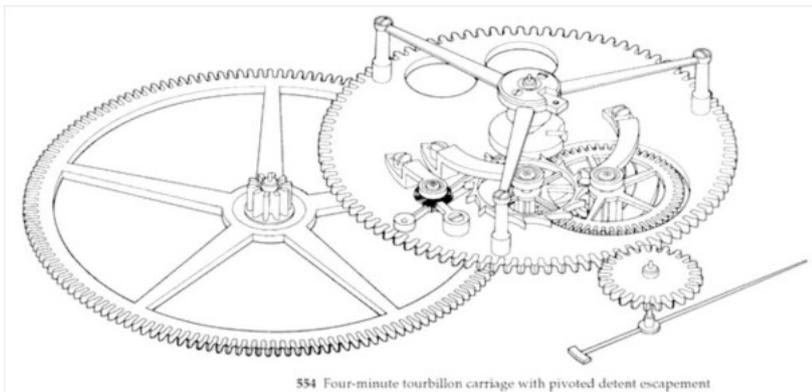
le variazioni, sommandosi, si annullavano.

Il tourbillon inventato da Breguet nel 1801 aveva lo scappamento a distacco di Arnold. Breguet in seguito eseguì un tourbillon di 4 minuti ed uno da 6 minuti.

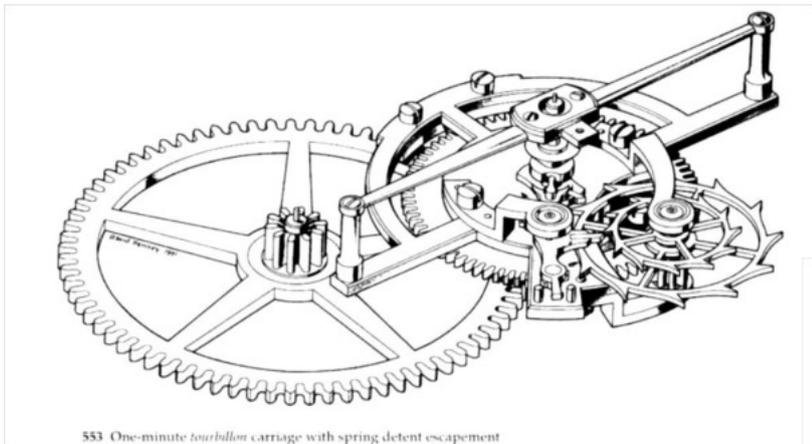
Ottenne questo risultato montando la quarta ruota sulla gabbia che è imperniata nella terza ruota fissa come possiamo vedere nei disegni di Penney tratti da "Watchmaking" di George Daniels.

Non potendo contestarne l'invenzione, diversi contemporanei di Breguet ne misero in dubbio l'effettiva utilità ai fini della precisione di marcia dell'orologio. Molti infatti la giudicarono solo una costosa prova di abilità tecnica.

Per ottenere questo risultato Breguet l'ideò così:



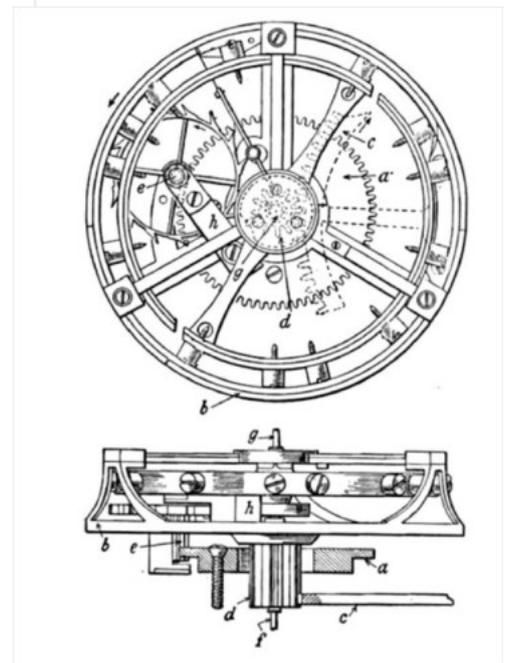
554 Four-minute tourbillon carriage with pivoted detent escapement



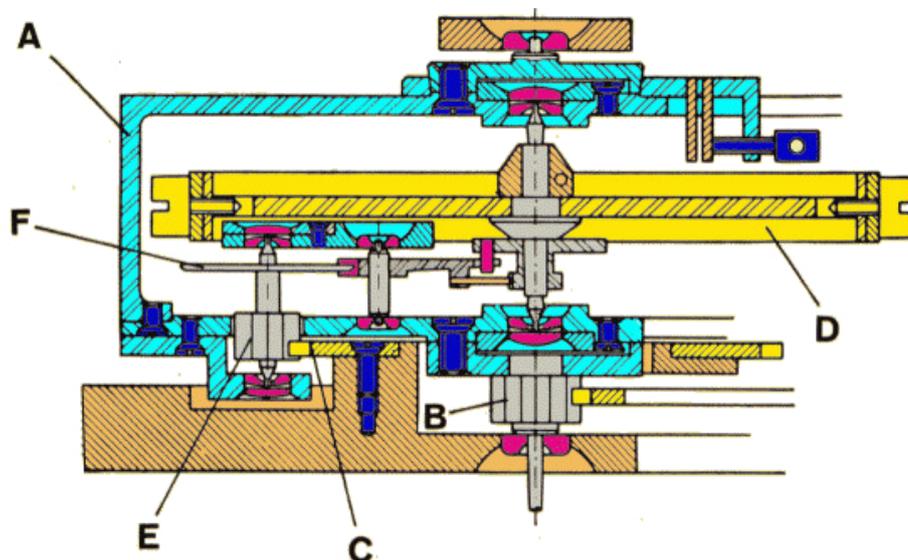
553 One-minute tourbillon carriage with spring detent escapement

Vista in pianta ed in elevazione di uno scappamento tourbillon

- a** è la quarta ruota
- b** la gabbia (o carrello) ruotante
- d** il pignone della gabbia
- e** il pignone di scappamento
- f** il pivot per la lancetta dei secondi
- h** ponte dello scappamento
- g** pivot superiore
- c** la terza ruota ingaggiata dal pignone della gabbia **d**



Il funzionamento avviene con le seguenti azioni¹⁰:



A La gabbia rotante divisa in due parti (superiore ed inferiore) collegate da 3 pilastri. Essa contiene il bilanciere, la spirale e lo scappamento. E' fissata sull'albero del pignone dei secondi **B** che è separato dalla ruota dei secondi **C**. In genere sul pivot del pignone dei secondi è fissata la lancetta dei secondi. Una ruota dei secondi, a forma di anello dentato, è fissata sulla platina. I denti di questa ruota ingaggiano il pignone di scappamento **E** posto nella gabbia. Il centro della gabbia e quello della ruota dei secondi coincidono.

Mentre il bilanciere **D** compie l'arco supplementare d'oscillazione, sia la gabbia che lo scappamento e le ruote, rimangono immobili. Anche se la gabbia è sottoposta alla forza motrice che agisce sul suo pignone, non può muoversi perché un dente della ruota di scappamento **F** è fermo sulla posizione d'arresto. Difatti i denti del pignone di scappamento, solidali con la ruota di scappamento, sono ingaggiati nella dentatura della ruota dei secondi che è ferma.

Quando la ruota di scappamento viene liberata, la gabbia ruota di un piccolo angolo, uguale allo spostamento della lancetta dei secondi, per fermarsi appena le funzioni dello scappamento sono terminate e che la ruota (di scappamento) si è di nuovo fermata.

Durante la rotazione della gabbia, il pignone di scappamento è coinvolto in un movimento di rotazione trascinato dai denti della ruota dei secondi, insieme ad un movimento di rivoluzione come quello di un satellite. Il bilanciere si trova all'interno e sull'asse della gabbia ed i pivot girano su cuscinetti solidali ad essa. Le altre parti dello scappamento girano sulla parte inferiore della gabbia. Malgrado la sua rotazione tutte le parti mobili conservano la loro posizione cioè che tutte le funzioni di scappamento sono simili a quelle di un orologio convenzionale e che la ruota di scappamento compie lo stesso numero di giri.

Dopo questo spostamento, il sistema contenuto dalla gabbia occupa una nuova posizione d'arresto, così in un minuto, a scatti successivi, essa ha compiuto, insieme alle parti al suo interno, un giro completo.

Si noterà, inoltre, che il pignone di scappamento avrà descritto una rivoluzione attorno alla ruota di scappamento girando contemporaneamente sul suo asse.

La realizzazione del tourbillon richiede sia una grande abilità che la massima attenzione. Una delle difficoltà maggiori è quella di un perfetto allineamento dei quattro pivot coassiali della gabbia e del bilanciere. Inoltre la gabbia con il suo contenuto deve essere perfettamente equilibrata ricorrendo a piccoli pesi aggiuntivi ma lasciando il tutto con il minor peso possibile.

Se ben eseguito il tourbillon assicura un buon risultato cronometrico.

¹⁰ Disegno e testo sono tratti da un articolo di Giuseppe Flores <http://www.ancienne-horlogerie.com/carrousel.pdf>

Per avere un'idea del tempo necessario a realizzare un orologio da tasca con tourbillon di 1 minuto, George Daniels nel suo *Watchmaking*, ci dice che occorrono 3.000 ore di lavoro di un esperto artigiano. Considerando una settimana lavorativa di 75 ore, il lavoro impegna almeno 40 settimane dell'anno lasciandone solo 12 per gli altri impegni.

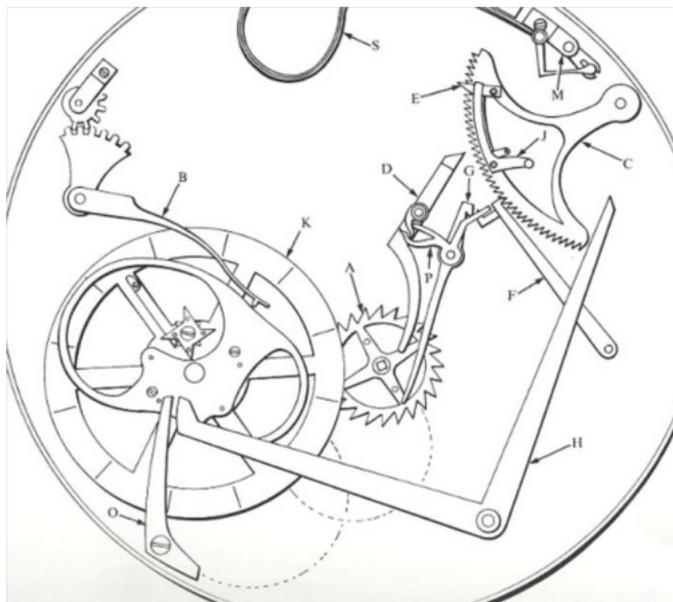
Diversi tipi di calendario e quello perpetuo

Durante la rivoluzione venne abolito il calendario gregoriano e divenne ufficiale quello decimale che comportava anche un diverso nome per i giorni della settimana ed i mesi dell'anno.

Diversi orologiai produssero orologi *a quantieme* secondo il nuovo sistema, Breguet ne fece uno che teneva conto sia del calendario rivoluzionario che di quello gregoriano che non fu mai abbandonato nell'uso comune.

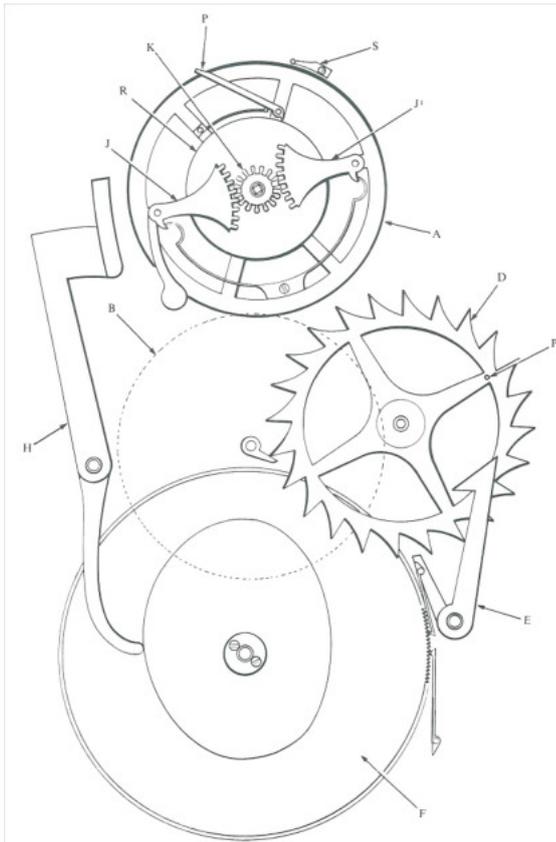


L'orologio n°45 con il doppio sistema gregoriano e repubblicano.



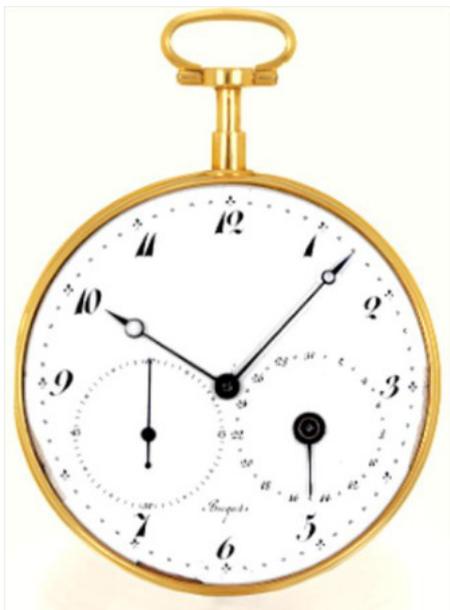
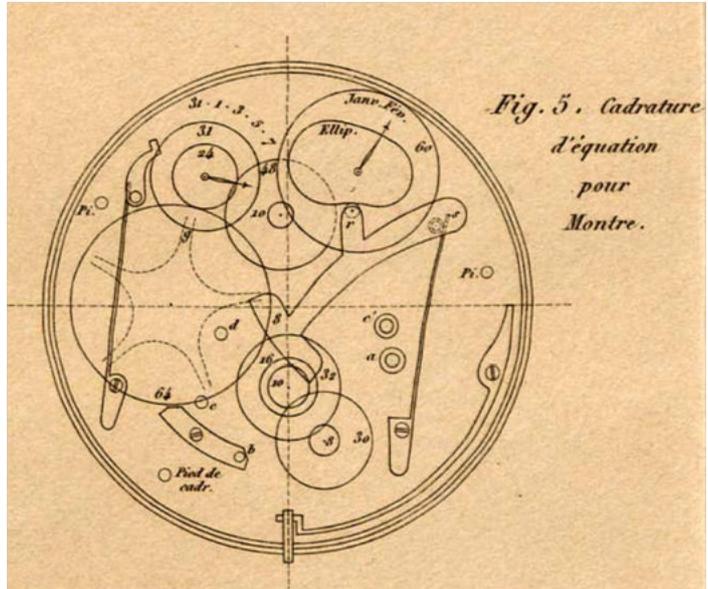
Orologio n°1369 con calendario perpetuo gregoriano

Doppia indicazione del tempo reale e quello solare



Differential equation of time mechanism

Schema dell'equazione del tempo per il doppio calendario: Tempo reale e Tempo solare. Diagramma movimento e della cadrature.



N°112 del 1792 doppio calendario, scappamento a cilindro.

La Pendule Branlante



La *pendule branlante*, dont un curieux spécimen décore le grand escalier du Conservatoire des arts et métiers, est encore due au génie de Breguet.

La lentille contient tout le mécanisme de l'horloge. Ses deux faces sont recouvertes par deux cadrans, dont l'un donne les heures, les minutes et les secondes, tandis que l'autre donne les jours du mois. Les chiffres de ce cadran sont renversés; mais comme la pièce est placée devant une glace, la réflexion dans cette glace redresse les chiffres, qu'on y lit à la manière ordinaire. Cette lentille est surmontée d'une tringle de métal compensée suspendue sur une couteau.

La force motrice se compose de quatre grands barillets qui mettent en mouvement un petit pendule à deux branches inégales placé à l'intérieur. Le déplacement des masses qui terminent ces deux branches déplace en même temps le centre de gravité de tout le système; et, comme à chaque déplacement ce centre de gravité tend à revenir à la verticale, il en résulte des oscillations périodiques de l'ensemble. Ces oscillations se font en une seconde, bien que cette espèce de pendule n'ait pas la longueur d'un pendule ordinaire qui battrait les secondes sous la latitude de Paris, mais parce que Breguet a établi un rapport convenable entre les oscillations propres du petit pendule intérieur, et la longueur du pendule extérieur, qui s'influencent réciproquement.

da *Revue Scientifique et Industrielle* anno 1844 pag.276

foto e testo da *Antiquorum*, Geneva, Hotel Des Bergues, Oct 18, 1997

Pendola con quadrante orario e secondi al centro, calendario mensile nel lato posteriore, visibile nel riflesso di uno specchio.

Il movimento è contenuto all'interno della pendola ed formato da 4 barilotti, scappamento *pin wheel*. Ogni oscillazione provoca la caduta di un peso da un lato all'altro ed il rilascio di un dente della ruota di scappamento. Nello stesso tempo, il movimento del peso, mettendo l'orologio fuori equilibrio, accelera l'oscillazione di ritorno per compensare la naturale dissipazione e mantenere così l'azione. Il piccolo pendolo interno crea quindi la vibrazione simpatica che il pendolo principale assorbe. Una volta che il pendolo principale ha raggiunto il suo arco di piena ampiezza, inizia ad esercitare la sua influenza regolatrice sul piccolo pendolo interno. Queste

due vibrazioni indipendenti vengono gradualmente messe in atto e alla fine il pendolo più grande, pur facendo affidamento su quello più piccolo per la sua potenza, domina quello più piccolo fintanto che questa potenza è fornita. L'asta bimetallica di compensazione è formata da tre sezioni di acciaio laminato alternativamente invertito e ottone. Sono permanentemente impostate su una leggera curva per consentire la contrazione dell'ottone per raddrizzare l'asta e mantenere così costante la sua lunghezza a temperatura più fredda. Quando la temperatura aumenta, l'espansione dell'ottone aumenta la curvatura per ottenere lo stesso obiettivo. Una scala per indicare la variazione di temperatura in base alla variazione della lunghezza dell'asta è attaccata alla sezione inferiore. L'orologio deve essere fermato ogni mese per caricare i quattro barilotti ed impostare l'ora. Firmato sul quadrante. Accompagnato da certificato Breguet n° 2760. Registrata nel 1791 venduta nel 1792. Dim. 48 x 140 cm.

Conclusioni

Credo che nel corso di questo mio lavoro siano emerse quali siano state le effettive invenzioni, i miglioramenti e le innovazioni di Abram Breguet, ma, a lavoro quasi concluso, mi sono imbattuto nella testimonianza di due suoi contemporanei che ci forniscono testimonianze molto diverse.

La prima è di Henri Robert, orologiaio che lavorò come operaio nella *maison* Breguet intorno al 1824, quando Abram Breguet era da poco scomparso, imparando le tecniche che gli avrebbero consentito, cinque anni dopo, di aprire bottega al Palais Royal e costruire eccellenti lavori di pendoleria. Si potrebbe pensare che essendosi perfezionato sui banchi dove ancora aleggiava l'anima del maestro, avesse verso questo solo stima ed ammirazione, eppure vedete cosa scriveva di lui nel suo *Études sur diverses questions d'horlogerie* (mi sono limitato solo ad alcuni passi, ma leggendo le circa 300 pagine si trovano altri commenti negativi) :

“Breguet amava la novità, egli cercava le difficoltà per superarle al fine di dare ai lavori che uscivano dalla sua *maison*, una caratteristica particolare. Quando vi erano delle cose che si potevano eseguire in modo semplice, facile e buono, introduceva una moltitudine di difficoltà esecutive al solo scopo di far dire a quelli che osservavano: *Questo viene dalla maison Breguet, è molto difficile farlo*. Tanto che qualcuno dotato di spirito d'osservazione, domandava: *Quali sono i vantaggi?*”

Oltre al suo talento Breguet possedeva la grande risorsa, mai avuta da altri in orologeria, di aver saputo creare una mano d'opera eccellente che lo attorniava ed assecondava: capacità e devozione, tutto era attorno a lui. Cosa vorrebbero fare adesso alcuni che sono isolati e contano solo sulle loro forze?¹¹

...

Breguet ha costruito alcune delle pendole più ammirevoli per estetica e movimenti e con scappamenti liberi diversi. Le sue pendole a 3 ruote erano molto seducenti ma quanto alla loro marcia ... meglio non parlarne.

La reputazione di Breguet è tale da non permettergli di compiere un errore...Chi non ne ha commessi?

Egli aveva, più di chiunque altro acquisito, per le sue opere, il diritto di sbagliarsi, anche se questa è da parte nostra, una citazione e non una critica.

A tutte le Esposizioni si son viste delle pendole a scappamento libero, mai una è stata citata per la sua marcia. Non è perché una pendola funziona per qualche mese o il proprietario ne sia contento per i suoi usi normali che lo scappamento libero è buono. Questo modo di dedurre un principio da un'esperienza isolata, troppo corta ed incompleta, era quello di Ferdinand Berthoud. Anche questo ha dato origine agli errori che si trovano nei suoi scritti. Per trarre una giusta conseguenza sperimentale, occorre che un numero sufficiente di pezzi abbiano dato dei risultati, ben controllati, superiori a quelli ottenuti dagli scappamenti a riposo.

...

L'orologio da persona, fatto da Lépine, non differisce dagli orologi attuali con queste sole differenze:

Breguet ha tornito il supporto del bariletto, fissandolo ad un ponte e non alla platina. Ha approfittato dello spessore della platina per aumentare la forza motrice. Anche se questo perfezionamento è poca cosa per un nome così celebre, nondimeno è un grande servizio reso all'orologeria commerciale.

...

Tutti sanno che esistono cose che non possono esser prodotte senza il talento del costruttore. Esempio:

il tourbillon di Breguet, il suo scappamento libero a forza costante, le sue pendole a 3 ruote e quelle “simpatiche”, non possono essere uscite da un cervello privo di genio, ma alla fine sono veramente utili? No.”

La seconda testimonianza è quella di Louis Perron (1778-1835), orologiaio di Besançon, che nel 1823 scrisse in un libro (*Essai sur l'histoire abrégée de l'horlogerie*) una breve biografia di Breguet, non solo da lui incontrato ma anche con cui aveva lavorato nel settore della cronometria marina. Perron è stato un orologiaio di valore, autore di una complicata pendola astronomica con planisfero, di un cronometro a ripetizione e di un orologio a basso costo precursore dell'idea di Roskopf. Di seguito riporto una traduzione quasi integrale delle pagine in cui parla di Breguet.

¹¹ E' la stessa lamentela di C. Saunier, ma nessuno forma un team d'eccellenza se non possiede il carisma derivante da competenze elevate e capacità comunicative. D'altra parte nessuno fa parte dello stesso team se non possiede qualità e voglia d'apprendere. Per lavorare con Breguet giovani orologiai accorrevano da ogni parte d'Europa: Inghilterra, Belgio, Prussia, Danimarca.

“A.L. Bréguet, membro del *Bureau des longitudes* e dell' *Académie royale des Sciences* di Parigi, cavaliere dell'Ordine Reale della *Légion-d'Honneur*, è divenuto celebre per un gran numero d'invenzioni e di miglioramenti utili al settore dell'orologeria.

Ha ideato e costruito molti cronometri ed orologi marini, la cui regolarità è stata verificata nei numerosi viaggi per mare. Egli è autore d'un cronometro musicale, di un pendolo che regola un orologio da persona, di uno scappamento libero a forza costante e di orologi con *tourbillon*. Questo è un meccanismo adattato agli orologi da tasca al fine di regolarli in tutte le posizioni ed inclinazioni¹². Il bilanciere ruota su se stesso, ogni minuto, insieme alla ruota di scappamento, in modo che tutte le parti si trovino alternativamente sulla linea verticale ed orizzontale; se il bilanciere cambia il punto d'equilibrio ciò non incide sulla regolarità di marcia.

Breguet ha innovato il commercio dell'orologeria, la navigazione, l'astronomia e la fisica, con una molteplicità di nuove procedure. E' stato il primo in Francia ad usare le pietre preziose nel movimento dell'orologio, i fori in rubino e, soprattutto, i cilindri in rubino con un tipo di manifattura differente da quella che si fa ai giorni nostri¹³.

Breguet ha perfezionato tutti gli aspetti del suo lavoro. Così nei suoi ultimi orologi marini ha soppresso il conoide ed impiegato molle con un gran numero di spire. Quelle mediane hanno energia sufficiente a far marciare i suoi movimenti in modo uniforme. L'uso delle spirali isocrone, l'utilizzo sul *coq* degli orologi alla Lèpine del *parachute* e del regolatore termico insieme al carro che serve a raccordare lo scappamento a cilindro, sono frutto di sue invenzioni.

Breguet ha costruito orologi astronomici doppi, un solo peso motore esercita la sua azione su due treni di ruote, e due scappamenti che muovono due pendoli a compensazione che hanno le sospensioni sullo stesso supporto. Essi sono l'uno davanti all'altro e compiono sempre le stesse oscillazioni ma in senso contrario, incrociandosi. Se l'uno oscilla verso destra, l'altro oscilla verso sinistra per effetto della sospensione. Breguet mi ha mostrato questa bella macchina.

Tutte le molle sonore che oggi sono impiegate nelle ripetizioni degli orologi alla Lèpine, o anche negli orologi ordinari, sono dovute a quest'abile artigiano. Queste sono le lamine sonore che hanno dato luogo alla nascita ed alla fabbricazione delle scatole musicali, nate a Ginevra e diffuse poi in tutta la Svizzera.¹⁴

Breguet ha anche inventato un contatore che si pone su un quadrante astronomico, un movimento il cui bilanciere compie 10 oscillazioni al secondo e segna i decimi di secondo. Ho visto questo movimento funzionare sia distaccato che posto sulla lunetta in osservazione di un astro, potendo segnare il tempo sia in secondi che in decimi di secondo.

Monsieur Breguet, la cui bontà è ben conosciuta da tutti quelli che hanno avuto la fortuna d'avvicinarlo, non ha mai avuto niente da nascondere per i suoi operai né per gli orologiai che mostravano d'avere qualche talento, egli pensava solo al miglioramento delle sue capacità professionali.

Era molto comunicativo e mi mostrò il suo orologio a *tourbillon*, diversi bilancieri compensati, facendomi notare ch'egli preferiva:

- una pendola alla quale era stato adattato il suo scappamento a forza costante in cui il regolatore riceveva l'impulso dal centro della sua lente;
- dei termometri metallici di estrema sensibilità, in cui la lamina, spessa 1/48 di linea, era piegata ad elica, come un arriccia-burro, formata da oro, argento e platino, con la parte superiore fissata ad un punto d'appoggio e quella inferiore con una lancetta che segna i gradi della temperatura su un quadrante. Era sufficiente avvicinare la mano per far muovere la lancetta.

Si deve a Breguet anche un cronometro la cui lancetta dei secondi che, a causa di un grilletto che la pressa, segna sul quadrante il tempo d'osservazione, senza variare la sua marcia.¹⁵

Sulla scalinata del *Conservatoire des arts et métiers* vi è un altro ingegnoso pendolo di Breguet, si tratta di una lente di pendolo che oscilla senza nessun movimento esterno. La forza che la tiene in movimento si trova all'interno di essa ed è formata da 4 bariletti girevoli che ingranano con 2 pignoni che portano le ruote, chiamate ruote del tempo. Esse conducono la ruota di centro che compie un giro all'ora. Lo scappamento è a caviglie e fa oscillare un pendolo piccolo racchiuso nella lente. E' il cambiamento del centro di gravità del pendolo corto che mantiene in oscillazione l'intero orologio.

¹² Di questo dispositivo non ne parlano né Louis Berthoud (come nota George Clutton in un suo articolo su A.H. *The Philosophy of Louis Berthoud*) né Saunier nel suo *Traité d'Horlogerie Moderne*, né Moinet (che pure di Breguet era stato allievo), e neppure tanti altri autori di quell'epoca.

¹³ Questo è un primato di Breguet che non viene ricordato. Sicuramente i suoi eccellenti rapporti con Arnold lo favorirono anche nell'impiego di artigiani inglesi esperti nella lavorazione delle pietre come Charles Fogg. Questa specializzazione era allora quasi sconosciuta in Francia.

¹⁴ Questo differisce con quanto affermato da Crespe (vedi pag.29)

¹⁵ Si tratta del cronografo ad inchiostro sviluppato con Fatton, vedi Breguet rivisitato Parte 1.

La lente ha su una faccia un quadrante sul quale le lancette segnano le ore, i minuti ed i secondi, sull'altra faccia si possono leggere, riflessi in uno specchio i giorni del mese. Le correzioni termiche vengono effettuate da lame bi-metalliche fissate le une all'altre in senso opposto.

Monsieur Breguet era una persona dotata di genialità inventiva su molteplici aspetti e di senso estetico e, soprattutto, di una bella manualità.

.....”

Ho voluto chiudere con questa nota biografica di Perron perché mi sembra abbia tutti i requisiti della testimonianza di chi ha conosciuto l'uomo e l'artista e ne apprezza le qualità, essendo lui stesso orologiaio di talento. Inoltre mette in risalto alcuni punti che non sono presenti anche nei repertori ufficiali.

Mi riferisco al suo primato nell'uso delle pietre nell'orologeria francese, nell'invenzione del termometro tri-metallico ed infine, nella *pendule branlante* che funziona a variazione gravitazionale.

Nelle varie note biografiche che ho letto, così come nei giudizi tecnici, espressi in tempi successivi, ho notato la differenza di giudizio fra chi conobbe personalmente Breguet e chi, invece, giudicò lui ed il suo lavoro sulla base di criteri poco obiettivi, più umani che tecnici. Evidentemente Breguet possedeva una carica comunicativa in grado di coinvolgere il suo interlocutore, affascinandolo con le sue conoscenze tecniche e la sua passione per l'orologeria, anticipandogli traguardi raggiunti e da raggiungere, con una visione sul futuro dell'orologeria in cui i suoi orologi erano i precursori.

Di Breguet ovviamente non tutto è stato detto, ma non è possibile racchiudere la vita di un uomo, e quello che gli altri hanno pensato di lui, in un numero comunque definito di pagine.

In una visione ottimistica auspico di poter ancora proseguire in futuro, ma, in ogni caso, mi auguro di essere riuscito ad aggiungere qualche tassello di conoscenza in più sul suo lavoro.

