

**I Cronometri Marini**  
l'ultima generazione

di

*Giuseppe Di Stefano*





Da un manoscritto francese di navigazione del 1580

## L'ultima generazione dei cronometri marini

Uno spazio di tempo che va dal 1735 (anno di presentazione dell'H1 di Harrison) al 1840 circa, è l'epoca che vede l'affermazione del cronometro come strumento indispensabile al calcolo della longitudine. Fervono le ricerche sullo scappamento migliore, sulla configurazione ottimale delle parti, quelle sui metalli e le varie forme dei bilancier.

E' l'epoca d'oro della cronometria marina, epoca in cui risuonano nomi di famosi orologiai (Arnold, Berthoud, Le Roi, Earnshaw, Dent, Kullberg) autori d'importanti innovazioni ma anche spesso associati ai nomi di esploratori e naviganti altrettanto famosi ed alle loro scoperte di territori sconosciuti.

Dopo di che c'è un periodo di relativa stabilità con un abbassamento dei prezzi dovuto al maggior numero di produttori sul mercato. Ma, successivamente, le guerre generano la necessità di un numero più alto di cronometri ed inizia la terza generazione volta ad aumentare gli standard dei movimenti e la produttività in fabbrica.

Vi sono dei testi che documentano gli sviluppi tecnici del cronometro marino e la sua storia, che ormai sono divenuti parte integrante della cultura orologiaia ma che voglio qui citare pur omettendo i primi scritti su quest'argomento di Sully e Bertoud.

Vera pietra angolare è il testo del Comandante Rupert T. Gould *"The Marine Chronometer: Its History And Developments"* a cui si aggiunge *"Marine & Pocket Chronometers"* di Hans von Bertele seguito da *"Chronometer Makers of the World"* di Tony Mercer e, dal più recente *"Marine Chronometers at Greenwich"* di Jonathan Betts. Questi autori sono stati i miei mentori nello studio di questa disciplina e, quando ho iniziato a scrivere questo testo, mi sembrava presuntuoso oltre che scorretto ricalcarne le impostazioni. Ho pensato quindi, rivolgendomi ad una platea di collezionisti e di riparatori, di approfondire quei cronometri di ultima generazione che, di fatto, rappresentano il canto del cigno della cronometria marina. Sono quei modelli che nascono nel XX secolo con una marcata caratterizzazione industriale determinata dalla necessità di avere livelli più alti di produzione. Di questi modelli allego anche il dettaglio delle parti e gli schemi di assemblaggio oltre alla traduzione in italiano di un testo anonimo di scuola d'orologeria del 1904, sulla costruzione di uno scappamento *detent* oltre alla traduzione del capitolo sullo stesso scappamento del più moderno *Watchmaking* di George Daniels.

Per i riparatori non posso non citare l'utilissimo blog <https://chronometerbook.com/> di Bill Morris oltre al testo da lui scritto (*"The Mariner's Chronometer"* di W. J. Morris) con una utile documentazione anche fotografica su diversi interventi di riparazione e rifacimenti di parti mancanti o deteriorate.

# INDICE

<b>Nomenclatura degli orologi protetti da scatola</b>	2
<b>Dove hanno origine i movimenti in Inghilterra</b>	4
La Finitura	5
<b>Elementi utili alla datazione</b>	6
Scatole	6
Quadranti	6
Movimenti	6
Forme del <i>detent</i>	7
Bilancieri e molle	8
<b>I materiali usati in orologeria</b>	10
<b>I diversi tipi di scappamento cronometro</b>	
il <i>detent</i> di Pierre Le Roy	13
gli scappamenti à <i>detent</i> di Arnold	15
Differenze tra lo scappamento di Arnold ed Earnshaw	17
Lo scappamento <i>detent</i> di Peto	18
Lo scappamento à <i>detente pivotée</i>	19
<b>Alcuni innovatori</b>	
Thomas Mercer	20
Elenco delle parti del cronometro di Mercer del 1937	23
<b>Cronometri americani</b>	
<b>L'HAMILTON mod. 21</b>	24
Il <i>detent</i> regolabile dell'Hamilton mod 21	25
Elenco componenti del mod 21 ( <i>da Hamilton document</i> )	29
<b>L'Hamilton M22</b>	39
Caratteristiche del bilanciere	40
La molla del bilanciere	41
Energia di marcia	41
Il treno	41
Lo scappamento	41
Il regolatore	41
Dispositivo di sicurezza per le lancette	42
L'indicatore di carica	43
Elenco componenti ( <i>da Hamilton document</i> )	44
<b>Cronometria in Germania: Glashütte</b>	47
<b>Il cronometro ad ancora del Terzo Reich</b>	50
<b>Glashütte, ponte per la cronometria sovietica</b>	52
<b>Alta precisione ma non cronometri</b>	55
Longines	55
Waltham	57
Ulysse Nardin	58
<b>Cronometri elettro-meccanici</b>	59
<b>Scuola d'orologeria</b>	
Traduzione con integrazioni da <i>The Project Gutenberg eBook, Watch and Clock Escapements</i> , di Anonimo	61
Traduzione del capitolo sullo scappamento a <i>detent</i> da <i>Watchmaking</i> di George Daniels	74

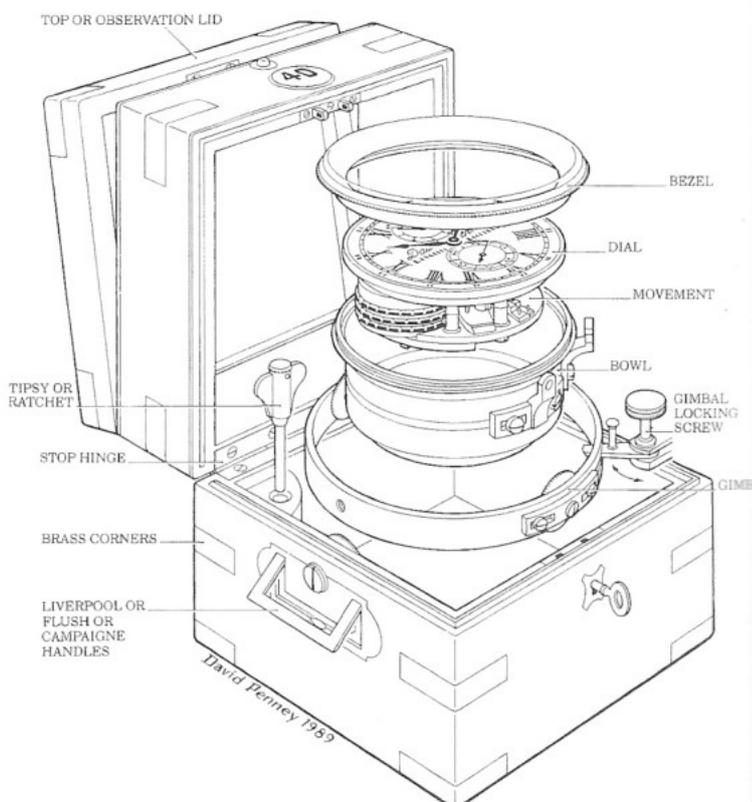


## Nomenclatura degli orologi protetti da scatola

Si può dire che l'utilizzo dei cronometri meccanici da usare nella navigazione finisca nel terzo quarto del secolo scorso, dopo la seconda Guerra Mondiale, con l'avvento quasi sistematico del quarzo.

I cronometri che venivano prima usati si distinguono in cronometri tenuti in posizione orizzontale in una scatola di legno e con carica a chiave, e cronometri simili a quelli da tasca, con carica a corona, e che assolvevano alle funzioni ausiliarie e di controllo per la stesura del libro di bordo, dei dati della navigazione e per il calcolo della longitudine.

Entrambi dotati di scappamento a distacco o *detent* (*detente* in francese) avevano dimensioni diverse ed un'autonomia di marcia di almeno 56 ore per quelli più grandi e di 30 ore per i più piccoli chiamati anche *deck watch* con riferimento al ponte di comando della nave.



Nei cronometri marini la scatola che li contiene deve avere caratteristiche protettive ben precise. Innanzi tutto il legno deve avere fibre compatte (in genere mogano) ed in grado di assicurare l'impermeabilità dall'umidità atmosferica ed una buona protezione alle variazioni termiche. Gli inserti in ottone e la cerniera lineare assicurano la solidità della costruzione. Un **doppio coperchio superiore** in cui il secondo è protetto da vetro per assicurare la lettura dell'ora mantenendo comunque un certo isolamento della macchina oraria.

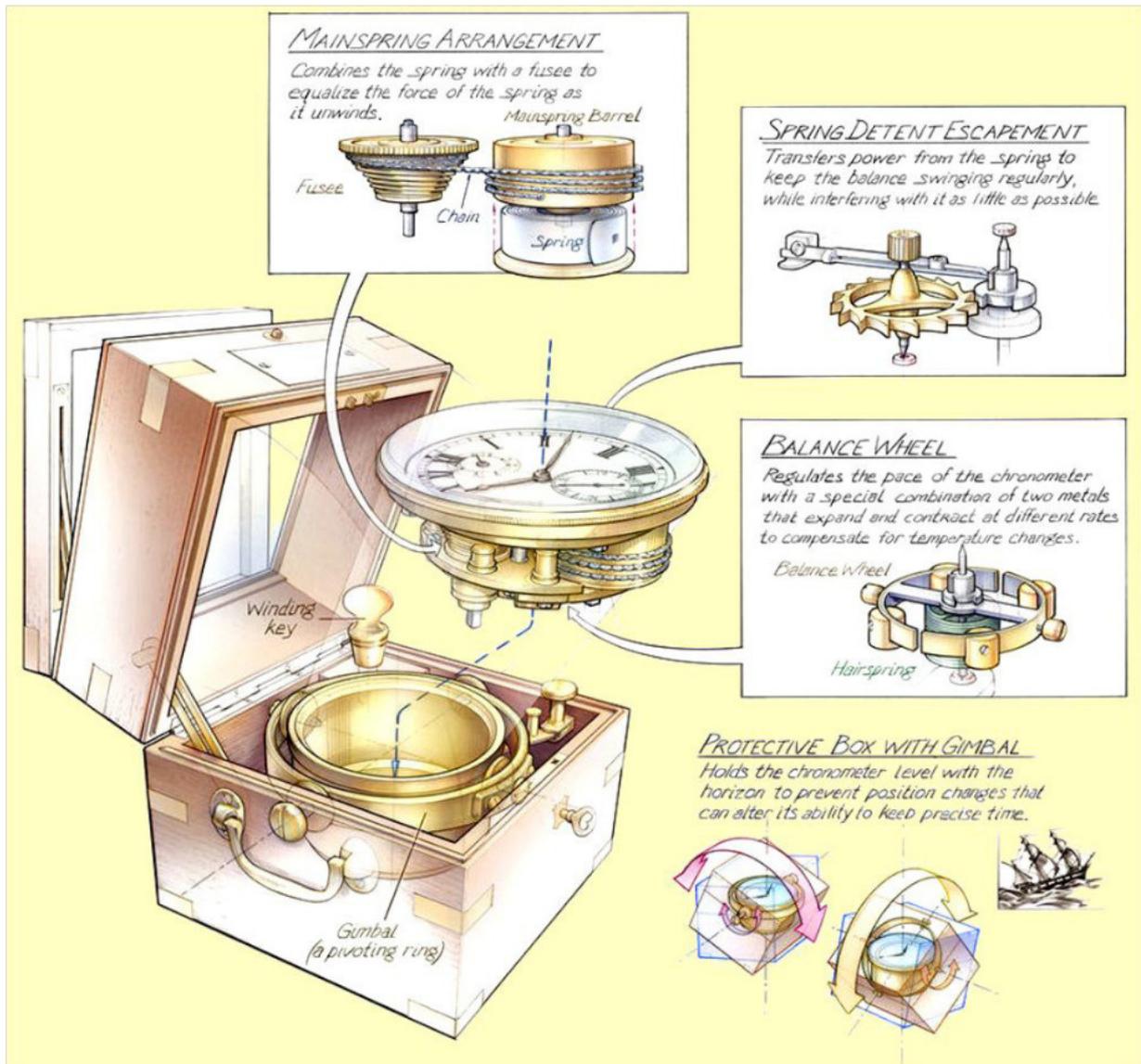
I **giunti cardanici** (due anelli imperniati ortogonalmente) che hanno il compito di tenere in orizzontale il movimento nonostante le oscillazioni della navigazione.

La **chiave del tipo a cricchetto** (in figura chiamata *tipsy* o *ratchet*) per caricare la molla solo nella giusta direzione. L'asse di

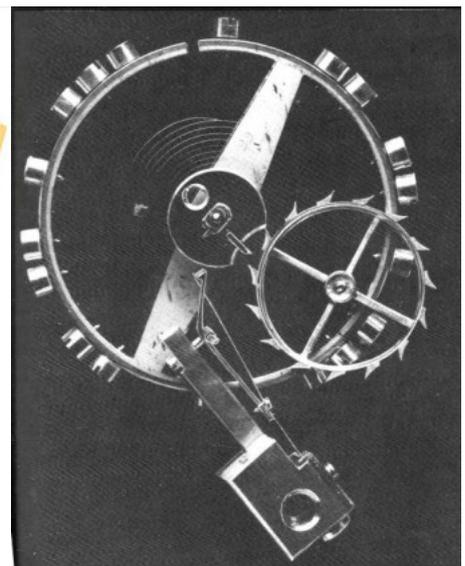
carica è sul movimento in opposizione al quadrante e quindi la tazza che contiene il movimento (*bowl*) deve essere incernierata lateralmente per ribaltare il movimento dopo aver svitato la vite dei giunti (*gimbal locking screw*). Le maniglie per facilitare il trasporto.

Il successivo disegno mostra la disposizione degli organi principali di un cronometro da marina.





*Cronometro ausiliario di bordo (deck watch) della Ulysse Nardin, con lo scappamento. Da notare ad ore 12 l'indicatore della riserva di carica comune alla maggior parte dei cronometri usati in marina. Anch'esso ha la custodia in legno con doppio coperchio.*



## Dove hanno origine i movimenti in Inghilterra

La stragrande maggioranza dei cronometri marini inglesi del diciannovesimo secolo aveva i movimenti derivati da un movimento grezzo, prodotto a Prescott (o dintorni) nel Lancashire. C'erano produttori di questi movimenti a Londra ed anche all'estero (con un'esperienza di lavoro d'orologeria risalente al XVII secolo), ma il fattore principale che ha distinto i produttori di movimenti di Prescott dagli altri fornitori, è stata la combinazione di affidabilità e flessibilità di produzione.

Erano difatti in grado di fare quasi ogni movimento, sia comune che sofisticato, ed in qualsiasi stadio di rifinitura, con un costo ragionevole e, soprattutto, con una buona qualità costante, soprattutto nelle ruote e nei pignoni.

Il treno del movimento è una delle parti fondamentali del meccanismo del cronometro, e tagliare e montare ruote e pignoni di buona qualità era un'attività altamente specializzata. Nel processo di finitura del movimento, molti aspetti possono essere migliorati, ma il treno deve essere corretto fin dall'inizio. La fase di finitura richiede molto tempo e denaro ed è, quindi, fondamentale che la base di questo investimento, abbia una qualità molto elevata. I produttori di movimenti di Prescott l'hanno sempre garantita ed hanno ottenuto la fidelizzazione dei propri clienti, i più importanti di questo prestigioso settore dell'orologeria.

C'era un gran numero di produttori di movimenti di orologi a Prescott, molti in grado di fare un movimento cronometrico grezzo a richiesta, ma, con il progredire del diciannovesimo secolo, alcuni si specializzarono nella produzione di loro cronometri. Tra questi spicca la firma di Joseph Preston uno dei più capaci cronometristi di Prescott, fornitore anche di movimenti a Johannsen, Kullberg, Usher & Cole e Mercer.

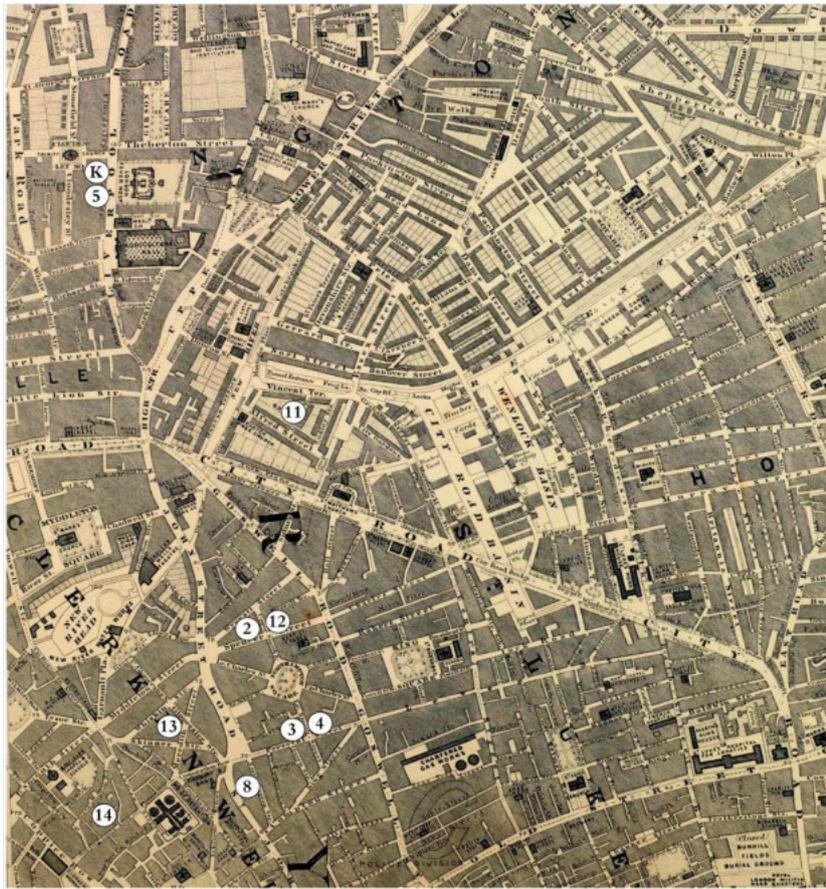
Altri costruttori di Prescott:

marchio	nome	marchio	nome	marchio	nome	marchio	nome
<b>W.E.</b>	William Eaton	<b>I.G.</b>	Isaac Glover	<b>J.H.</b>	Jas.Hewitt o Jno. e Thos.	<b>T.H.</b>	Thomas Howard
<b>A.L.</b>	Anthony Lea	<b>G.L.</b>	George Lucas	<b>W.N.</b>	William Naylor	<b>E.P.</b>	Evan Pendleton
<b>J.P.</b>	Joseph Preston	<b>H.P.</b>	Henry Phibus	<b>E.S.</b>	Edward Scarisbrick	<b>J.S.</b>	John Silcock
<b>P.T.</b>	Peter Taylor	<b>J. &amp; T.T.</b>	John e Thomas Taylor	<b>T.C.W.</b>	Thos. e Chas. Webster	<b>J.W.</b>	John Wycherley

Un movimento grezzo doveva esser completato con una serie di parti e funzioni che impegnavano diversi altri fornitori e richiedevano tempi e costi aggiuntivi. Il ritrovamento dei registri contabili di Victor Kullberg ha fatto conoscere la complessità della lavorazione di ogni singolo cronometro.

E' emblematica la storia del cronometro n°6736 la cui produzione iniziò al ricevimento del movimento grezzo da Preston nel 1898, il cronometro era in prova nell'estate del 1900. Fu presentato per i test di Greenwich nel luglio 1901. La sua performance fu molto positiva, e si piazzò 4° su 51 cronometri analizzati quell'anno. Fu acquistato dall'Ammiragliato ad un prezzo elevato (£ 50 equivalente ad oltre 5.000 sterline di oggi) prima di essere assegnato nel 1903 alla nave HMS Tamar ad Hong Kong. Rimase in servizio, dopo altre assegnazioni, sino al 1934. Due anni e mezzo per avere un cronometro perfettamente funzionante! Ma questi, in tempi non di guerra, era normale.

Attraverso i documenti di Kullberg, J. Betts ricostruisce, associandoli ad una mappa di Londra, i passaggi di lavorazione e gli interventi esterni necessari ad avere un cronometro di qualità funzionante in modo corretto. Abbiamo così anche una visione delle varie specializzazioni nella costruzione di un cronometro. Alcune, come nel caso dei gioiellieri, erano suddivisi tra quelli che inserivano i rubini nelle platine e quelli che costruivano le pietre per lo scappamento. Abbiamo anche la spiegazione del lungo tempo necessario al completamento del prodotto, anche se la fase di *finishing* è quella che richiedeva più tempo ed una elevata specializzazione. Nel caso del n°6736 si stima che William Sills, il più rinomato finitore dell'epoca, abbia impiegato un anno intero.



- K Kullberg
- 1 blanc da Preston
- 2 rubini
- 3 molla
- 4 rubini
- 5 bilanciere
- 6 scappamento (2 miglia)
- 7 detent (5 miglia)
- 8 giunti cardanici
- 9 finitura (3 miglia)
- 10 catena conoide
- 11 molla del bilanciere
- 12 incisore
- 13 lancette
- 14 scatola di legno

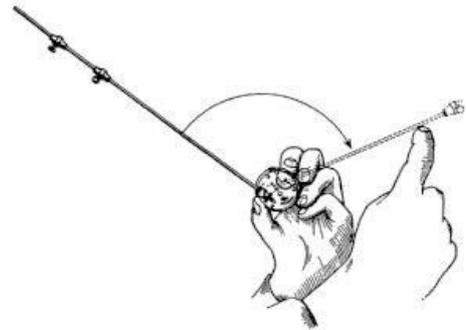
### La Finitura (finishing)

Scopo della finitura è assicurare che ogni parte dell'orologio funzioni al massimo dell'efficienza. Uno dei compiti più importanti del rifinitore è assicurarsi che il treno (ruote e pignoni) girino adeguatamente, e senza alcuno sforzo, e che siano perfettamente

inseriti nella struttura. Inoltre assi e pignoni venivano lucidati a specchio ed i fori corretti per avere la giusta inclinazione e profondità. Altro compito del finitore era regolare la forma delle gole del conoide in modo che lo svolgimento della catena fosse corrispondente al raggio del conoide e che la coppia sulla ruota di base del conoide fosse costante durante lo svolgimento della molla di carica.<sup>1</sup>



Attrezzo per la regolazione del conoide ed il suo uso da De Carle Practical Watch Repairing



Altro compito del finitore era lucidare le platine ed azzurrare le viti. Ogni elemento sulle platine, come il cricchetto di carica, ed anche la minuteria sotto il quadrante veniva rifinita, gli angoli smussati, tutte le altezze controllate. Per il lavoro di finitura Sills fu pagato £ 3 (£ 300 di oggi) mentre il costo complessivo del n°6736 fu di £ 10 (£ 1.000 odierne). Non è chiaro se altre spese abbiano influito sul costo del prodotto che, come ho già detto, fu venduto all'Ammiragliato per £ 50.

J. Betts riporta anche le lavorazioni necessarie al completamento di un cronometro. Dalle molle al bilanciere ed alla scatola in legno, ma anche giunti, cassa in ottone, chiave, quadrante, lancette e vetro. Tutti gli elementi costituiscono elementi identificativi dell'epoca in cui furono realizzati, mi limito a citarne alcuni facendone un breve riepilogo.

<sup>1</sup> Questa barra viene utilizzata per determinare se la coppia è veramente costante in ogni momento durante lo svolgimento della molla. L'asta di regolazione del conoide viene fissata al quadro del suo asse, con un giro completo, e il peso si sposta lungo l'asta per bilanciarla orizzontalmente. L'asta viene quindi ruotata di altri 360 gradi. Se l'estremità appesantita cade, è necessario inserire più potenza nella molla principale. Se si alza, l'alimentazione deve essere presa dalla molla principale. È necessario effettuare un adeguamento e ripetere il test.

## Elementi utili alla datazione<sup>2</sup>:

### Scatole

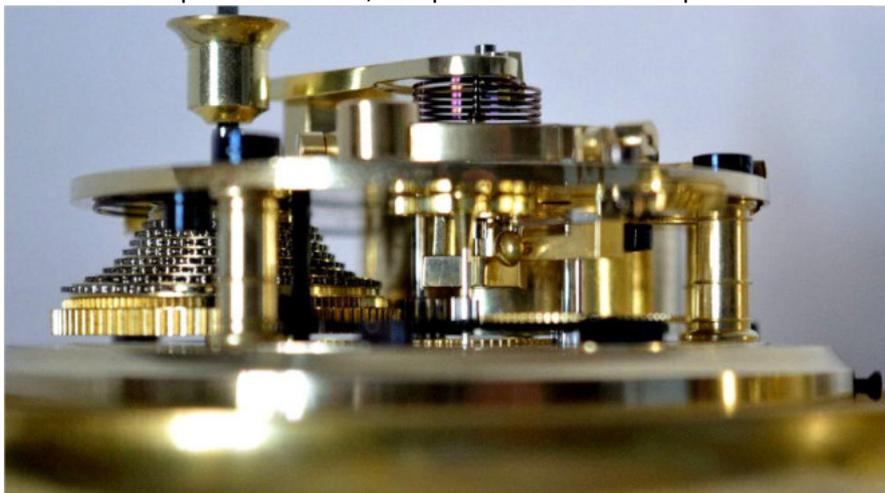
- Due cerniere separate nella scatola principale indicano una datazione posteriore al 1855.
- Una scatola in mogano può essere di qualsiasi periodo ed è generalmente di buona qualità, la fibra del legno in evidenza indica la maggiore antichità.
- Le scatole in legno di rosa risalgono in genere al periodo tra il 1835 ed 1880.
- Quelle in ebano o legni esotici sono tra il 1850 ed il 1880
- La scatola piccola (intorno ai 18 cm<sup>3</sup>) sono anteriori al 1850, ma se più piccole, indicano l'adattamento ad un cronometro da tasca.
- Gli incastri a coda di rondine indicano una costruzione anteriore al 1810.
- Scatole con legno tagliato con sega elettrica o con bordo interno ribassato, dopo il 1870.
- La mancanza di maniglie: prima del 1810.
- Scatola senza targhetta: ante 1820, con targhetta in smalto: 1820-1840, targhetta in metallo XX secolo.
- Coperchio foderato in panno: ante 1850.
- Giunti cardanici con più di 5 cm di spazio fra anello e coppa del movimento : ante 1820.
- Coppa del movimento con fianchi verticali: ante 1820.
- Coppa del movimento cilindrica con fondo piatto saldato: è probabile che sia del 1820-30.
- Se fabbricata in fusione, piuttosto che ribattuta: dopo il 1825.
- La presenza di un vetro convesso: ante 1850.
- Un vetro piatto bisellato: dopo il 1830.

### Quadranti

- Quadrante in smalto: ante 1830
- Quadrante con il solo nome senza indirizzo del costruttore: ante 1840.
- Quadrante con anello posteriore di riduzione per il movimento: ante 1830.
- Quadrante attaccato al movimento con piedini corti: ante 1840.
- Quadrante con bordo esterno d'ottone: dopo 1830.
- Indicatore della riserva di carica sul quadrante di movimento con 2 giorni di carica: dopo 1830, senza: ante 1840.

### Movimenti

- *Cuvette* con innesto a baionetta: ante 1850.
- Pilastrini con innesto con pioli: ante 1830; con pilastrini avvitati : dopo 1825.



- Tubo a campana per l'asse di carica in elevazione sulla platina: ante 1830.

---

<sup>2</sup> Gran parte di quanto segue è tratto dal testo di J. Betts *Marine Chronometers at Greenwich*. L'osservazione diretta di centinaia di cronometri marini conservati nel Museo Navale di Greenwich, e di cui si conserva traccia di ogni riparazione, ha consentito all'autore di creare un data base, completamente affidabile, di ogni particolare costruttivo.



- Tubo in bronzo avvitato attorno all'asse del conoide: dopo 1840.
- Regolazione manuale delle lancette: 1840-1850; regolazione meccanica: dopo 1850.
- *Detent* a coda di rondine: ante 1850.
- Bilanciere a due bracci con pesi cilindrici: dopo 1830.

### Forme del *detent*



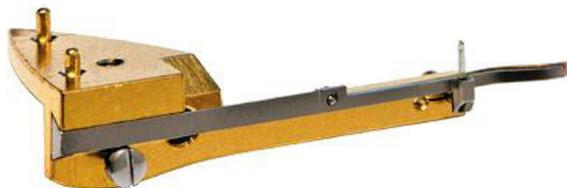
Arnold



Earnshaw



Brockbanks adjustable detent



Dovetail



Kullberg



Mercer's machine-made detent



Lange



Wespe



Hamilton



Le diverse forme del *detent*, dal più antico di Arnold al più recente (1941) dell'Hamilton. Inoltre le quattro diverse forme di chiave di carica unidirezionali ed a cricchetto.

## Bilancieri e molle

Le diverse forme dei bilancieri e delle spirali testimoniano l'incessante lavoro alla ricerca della precisione in condizioni diverse di temperatura e, contemporaneamente poter assicurare l'isocronismo delle oscillazioni. Anche la scelta dei metalli e la loro composizione è stata oggetto di sperimentazione e ricerca sino ai primi anni del XX secolo quando Guillaume inventò l'**invar** la lega di ferro-zinco e scoprì l'alta invariabilità rispetto alle variazioni di temperatura. Alla fine degli anni '30 fu utilizzata per i bilancieri il **Glucydur**.

Questo è un bronzo al berillio; una lega di berillio, rame e ferro. Oltre al suo basso coefficiente di dilatazione termica, la sua durezza, la non magnetizzabilità e la resistenza alla deformazione lo rendono adatto alla realizzazione di questo importante elemento del cronometro. Occorre aggiungere che il **Glucydur** è resistente alla corrosione ed è piuttosto inerte chimicamente. Si è comunque affermato, nella costruzione dei bilancieri, l'uso dell'**Invar**, una lega metallica composta principalmente da ferro (64%) e nichel (36%), con tracce di carbonio e cromo, sviluppata dal fisico svizzero Charles Edouard Guillaume.



Airy's Bar



Gardner 3-Arm



Arnold and Son 'OZ'



Arnold 'U + O'



Arnold 'Z'



Pyott



Kullberg flat rim



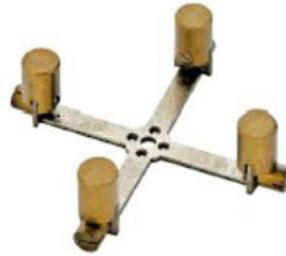
Molyneux



Earnshaw



Incomplete standard



Cruciform



Uncut standard



Test balance



Slotted rim



Standard



Eiff



Double auxiliary



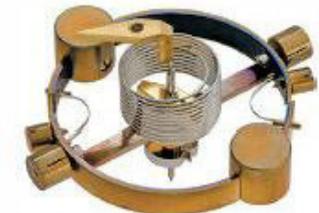
Poole



Screwed



Horizontal staple



Ulrig



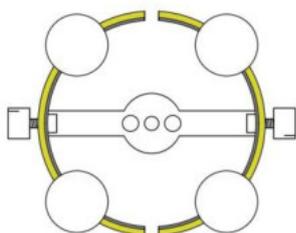
Lancaster



Isaac

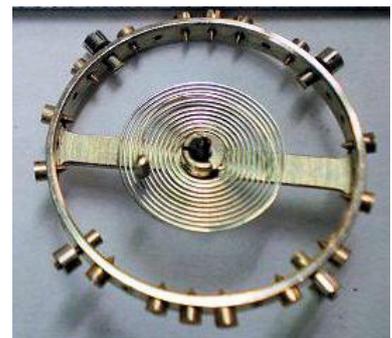


Hutton



Guillaume, bracci ed anello interno in INVAR anello esterno in rame.

Bilanciere Hamilton mod 21: anello acciaio inox non tagliato, bracci invar, spirale Elinvar



## I materiali usati in orologeria

Negli ultimi anni hanno debuttato sulla scena orologiera nuovi materiali come il titanio o le leghe a base di alluminio, il silicio e il Liquidmetal®. Verso la fine del nuovo millennio, le dimensioni maggiori delle casse degli orologi e lo sviluppo di cinturini da polso in metallo hanno spinto gli orologiai a cercare i materiali più leggeri disponibili. Ma le prime leghe scoperte, impiegate nei bilancieri, consentirono ai *deck watches* di avere movimenti ad ancora molto precisi, anziché quelli a detent.

**ALLUMINIO** – Nel 1821, nei pressi di Baux-de-Provence (Francia), Pierre Berthier scoprì un minerale contenente il 50-60% di ossido di alluminio. Il processo di riduzione del minerale utilizzando il sodio si rivelò così costoso che il valore dell'alluminio risultante raggiunse quello dell'oro. In quel periodo il metallo veniva utilizzato esclusivamente per gioielli di lusso e altri oggetti per la corte di Napoleone III e le classi d'élite. Dal 1886, grazie ad un processo produttivo meno costoso mediante elettrolisi, il mercato degli utensili da cucina si aprì all'alluminio. Anche gli orologi da tasca sono stati realizzati in questo metallo, solo leghe di alluminio e titanio, estremamente leggere oltre che dure, vengono utilizzate per ottenere un componente fondamentale di diverse ceramiche high-tech, anallergiche, sufficientemente resistenti all'abrasione da soddisfare le necessità degli orologiai.

**OTTONE** – Leghe di rame e zinco, note fin dalla preistoria, venivano utilizzate nel medioevo per la produzione in serie di articoli in rame e ottone. Facili da lavorare, sono tradizionalmente utilizzati per produrre piastre di base, ponti e altri componenti e cuscinetti per orologi. Poiché l'ottone è poco costoso, le casse dei primi orologi economici sono state realizzate in questa lega.

**BRONZO** – Questa lega principalmente di rame e stagno conosciuta fin dal secondo millennio aC ha il vantaggio di essere dura e di poter essere fusa. Questo è il motivo per cui viene utilizzato per realizzare cuscinetti e parti di attrito. Ha gli svantaggi di essere un buon conduttore di calore e più pesante dell'acciaio. Ha un odore sgradevole a contatto con il sudore e può provocare allergie, motivo per cui deve essere trattato se utilizzato per realizzare casse per orologi da polso. Quando è legato con berillio, diventa duro quasi quanto l'acciaio, nel qual caso può essere utilizzato per produrre bilancieri.

**RAME** – Legato con berillio (anticamente chiamato glucinio), offre le migliori proprietà meccaniche di tutte le leghe di rame in termini di durezza, resistenza alla corrosione e basso coefficiente di dilatazione termica. Le leghe berillio-rame tendono quindi a sostituire l'acciaio temperato nelle molle, nei bilancieri e nelle lancette. Le leghe di cupronichel, talvolta chiamate "rame bianco" e commercializzate in passato con i nomi di Alpaca, Argentan e Minargent, sono particolarmente resistenti alla corrosione, all'usura e all'acqua salata. Possono essere utilizzati per fabbricare ponti, ruote e lancette per orologi per sport acquatici.

**ORO** - Questo metallo, simbolo del sole, è stato popolare fin dall'antichità. È stato utilizzato negli orologi con pesi e negli orologi a molla sin dalla loro prima invenzione, anche nella forma di placcatura su altri metalli. Ridotto in polvere e mescolato al mercurio, veniva spalmato su altri metalli (in genere argento) e dopo l'evaporazione a fuoco del mercurio, lasciava un rivestimento spesso e durevole. Tale pratica fu sospesa intorno al 1840 per gli effetti nocivi dei gas di mercurio sugli operai; fu sostituito dal procedimento galvanico.

Di colore paglierino naturale può essere colorato con l'aggiunta di altri metalli:

- Oro giallo: 75% oro + 12,5% argento + 12,5% rame
- Oro rosa: 75% oro + 6% argento + 19% rame.
- Oro rosso: 75% oro + 4% argento + 21% rame. Questo è particolarmente apprezzato per gli orologi a ripetizione e suoneria.
- Oro bianco: 75% oro + 10% argento + 15% palladio. Viene spesso confuso con l'oro grigio.
- Oro grigio: 75% oro + 12,5% nichel + 10% rame + 2,5% zinco.
- Oro verde: 75% oro + 24% argento + 1% cadmio. Questo avviene naturalmente ed è chiamato oro elettro.
- Oro viola (detto anche oro ametista o oro viola): 75% oro + 25% alluminio. La lega può contenere piccole quantità di argento e rame.
- Oro blu: 75% oro + 24,4% ferro + 0,6% nichel. Il suo colore blu è ottenuto per trattamento termico che ossida gli atomi di ferro sulla superficie del metallo.

La composizione delle leghe è puramente indicativa ed è prevista per l'oro 18 carati. Si differenzia in base alla percentuale di oro puro e alla tonalità desiderata. Esistono anche altre tonalità, come un oro rosa salmone (una lega di oro e platino) e un oro giallo-verde (una lega di oro e zinco).

La combinazione di ori di diversi colori sia nella cassa dell'orologio che nel bracciale consente la creazione di innumerevoli disegni geometrici o figurativi. I disegni che sposavano il giallo, il bianco, il rosso e il verde erano particolarmente popolari, nelle casse, durante l'ultimo terzo del diciottesimo secolo.

**INVAR ED ELINVAR** – Nel corso della sua carriera, il fisico Charles-Edouard Guillaume (1861-1938) ha sviluppato, prodotto e testato quasi 600 leghe.

Tra quelli con un coefficiente di espansione molto basso, Invar (ferro + nichel) ed Elinvar (ferro + nichel + bromo + tungsteno) risalgono rispettivamente al 1896 e al 1913. Ha usato il primo per fabbricare il bilanciere che porta il suo nome. Detto anche bilanciere “integrale”, eliminava l'errore di temperatura media, un difetto residuo causato dalla compensazione termica dei bilancieri degli orologi tra 4°C e 39°C. Elinvar, con il suo coefficiente di elasticità invariabile, è stato utilizzato per produrre i bilancieri di compensazione, da cui derivano quelli realizzati in Metelinvar®, Durinval® e Nivarox®.

**GLUCYDUR** – E' una lega di rame, berillio e ferro usata per i bilancieri. Ha un basso coefficiente di dilatazione termica, elevata durezza, non è magnetizzabile e resiste alla deformazione.

**LIQUIDMETAL®** – Il nome commerciale di una serie di leghe sviluppate dal *California Institute of Technology* e lanciate sul mercato nel 2003. Composto da zirconio, titanio, rame, nichel e berillio, la sua temperatura di fusione è la metà di quella convenzionale nelle leghe a base di titanio. Una volta raffreddato, è tre volte più duro dell'acciaio inossidabile.

**NICKEL SILVER** – Nota da tempo in Cina con il nome di “baitong”, questa lega fu riscoperta da Maillot e Chorier che la chiamarono “millechort”. Brevettato nel 1827 da Philibert Maillot, è una lega di rame, nichel e zinco. Poiché le sue caratteristiche meccaniche sono superiori a quelle dell'ottone, è ideale per la fabbricazione di ruote, ponti e piastre di base.

**PLATINO** – Sebbene tra il I e il IV secolo d.C. siano stati ritrovati in Ecuador un esiguo numero di gioielli realizzati in platino puro (oltre l'80%) tra il I e il IV secolo d.C., la storia di questo metallo inizia davvero nel 1741 con l'arrivo di un campione in Europa. La sua prima applicazione meccanica fu la creazione di un orologio con l'asta e le palette del meccanismo di scappamento ad ancora in platino, presentato a Luigi XVI nel 1788. Pochi anni dopo, Abraham-Louis Breguet montò la sua grande complicazione a carica automatica, detta “Maria Antonietta”, con massa oscillante nello stesso metallo. Dalla fine del diciannovesimo secolo, il platino è stato utilizzato nella fabbricazione di orologi da gioielleria.

Il **SILICONE** fu isolato per la prima volta nel 1823 da Jöns Jacob Berzelius, uno scienziato svedese considerato uno dei fondatori della chimica moderna. Nel 1854 Henri Sainte-Claire Deville ottenne il silicio monocristallino, che da allora è stato utilizzato nella microelettronica. Sebbene Edward John Dent abbia realizzato un bilanciere in vetro ( l'antenato degli scappamenti in silicio ) nel 1828, è stato solo all'inizio degli anni 2000 che questo metalloide è stato utilizzato per realizzare ruote di scappamento, bilancieri e leve, grazie ai progressi tecnologici nell'incisione al plasma.

A bassa densità, resistente all'attrito e alla corrosione, amagnetico e non richiede lubrificazione, ma genera alti costi di lavorazione, è un componente di varie leghe sviluppato e brevettato da alcuni orologiai.

**ARGENTO** – Conosciuto fin dall'antichità, l'argento è utilizzato in orologeria, gioielleria e argenteria sia come metallo prezioso che come metallo argentato prodotto mediante galvanica. Essendo una lega composta per il 92,5% da argento e per il 7,5% da un altro metallo, presenta lo svantaggio di ossidarsi. È una scelta popolare per quadranti e casse ed è il metallo più adatto per la doratura.

**ACCIAIO INOSSIDABILE** – Le prime leghe di ferro e acciaio resistenti alla corrosione furono fuse in tempi antichi, come testimonia la Colonna di Ferro di Delhi, eretto intorno al 400 d.C. non presenta tutt'ora traccia di ruggine. Tuttavia, dovevano le loro proprietà al loro contenuto di fosforo e non al cromo, che è l'attuale definizione di acciaio inossidabile. Nel 1911 è stato dimostrato che la proporzione di cromo nelle leghe influisce sulla loro resistenza alla corrosione. Due anni dopo, il metallurgista inglese Harry Brearley sviluppò un acciaio contenente lo 0,24 per cento di carbonio e il 12,8 per cento di cromo, che chiamò “arrugginito”. Successivamente ribattezzato, fu il primo ufficialmente designato “acciaio inossidabile”.

**ACCIAIO** – A partire dall'età del ferro, l'ossido di ferro veniva lavorato nelle fucine ad una temperatura relativamente bassa. La massa eterogenea risultante veniva quindi martellata per rimuovere le scorie.

I blocchi di metallo così prodotti non avevano tutti le stesse proprietà ed a quel tempo non si faceva distinzione tra ferro, acciaio e ghisa.

Nell'antichità i Greci usavano la cementazione, un processo che aumentava la quantità di carbonio nel ferro, che si induriva e si trasformava in acciaio. Per alcuni l'età del ferro iniziò in realtà in epoca medievale, quando divenne necessario ferrare gli animali da tiro e le cavalcature dei cavalieri. Nel Belgio del XII secolo, il ferro veniva ottenuto raffinando un lotto iniziale di ghisa per produrre, tra le altre cose, acciaio. Nel medioevo il termine "acciaio" si riferiva a leghe che, riscaldate ed arroventate, si martellavano per essere poi raffreddate in acqua.

Questo processo si diffuse in Stiria e Carinzia, poi in Germania, Piemonte e Ungheria. Nella seconda metà del Duecento furono allestite officine metallurgiche in prossimità dei corsi d'acqua, la forza idraulica azionava soffiotti che innalzavano la temperatura dei forni e, tramite alberi a camme, lavoravano a ritmo costante martelli sempre più pesanti per rimuovere le scorie dal metallo. Nel XV secolo gli altiforni divennero diffusi in tutta Europa. Permisero di raggiungere temperature intorno ai 1.600°C e di produrre ferro fuso che, una volta raffinato, formava acciaio naturale. Fu solo alla fine del XVIII secolo che il contenuto di carbonio fu utilizzato per distinguere tra ferro, acciaio e ghisa.

Oggi, il ferro industriale e l'acciaio dolce ne contengono meno dello 0,005%, l'acciaio tra lo 0,05 e il 2,01% e la ghisa tra il 2,1 e il 6.

**PALLADIO** – Metallo che in lega con altri metalli assume maggiore durezza ed elasticità oltre ad essere inossidabile ed antimagnetico. Nel 1870 l'orologiaio svizzero Charles-Auguste Paillard (1840-95) lo usò per la spirale del bilanciere, in lega con altri metalli (argento, oro, e nickel). Kullberg la utilizzò per la spirale di alcuni suoi cronometri. R. Haswell and Sons diventarono agenti di vendita delle molle del bilanciere di Paillard con sede al 49 di Spencer Street di Clerkenwell, Londra, vivace centro dell'orologeria e della produzione di cronometri marini dell'epoca.

Paillard ricevette, negli USA, sei brevetti per le sue leghe in palladio da usare nei bilancieri e nelle molle. Brevetti utilizzati da IWC, Waltham, Huguenin, etc.

**TITANIO** – Scoperto nel 1791 dal mineralogista inglese William Gregor e prodotto dall'industriale americano Matthew Albert Hunter a partire dal 1910, il titanio ha il vantaggio di essere biocompatibile, il che significa che ha la capacità di resistere ai fluidi corporei. Due volte più leggero e due volte più resistente dell'acciaio inossidabile, soddisfa i requisiti delle casse degli orologi sportivi, nonché quelli degli orologi con ripetizione e suoneria.

Nuovi materiali usati nelle casse e nei cinturini sono il **Carbonio** solido e superleggero ma a bassa durezza e la **Ceramica** dura ma poco resistente ad urti violenti. *(contributi da Buzzufy.com)*



## I diversi tipi di scappamento cronometro : il *detent* di Pierre Le Roy



*Chronomètre di Pierre Le Roy, esposto al Musée des Arts et Métiers de Paris*



*Le Roy n. 4732 sembra essere il terzo orologio di questo tipo, noto per essere stato prodotto. È quasi identico a quello del Museo Beyer, ma il dispositivo di compensazione della temperatura sulla piastra posteriore, è regolabile.*

*Lo scappamento detent di Pierre Le Roy da W.J. Gazely "Clock & Watch Escapement"*

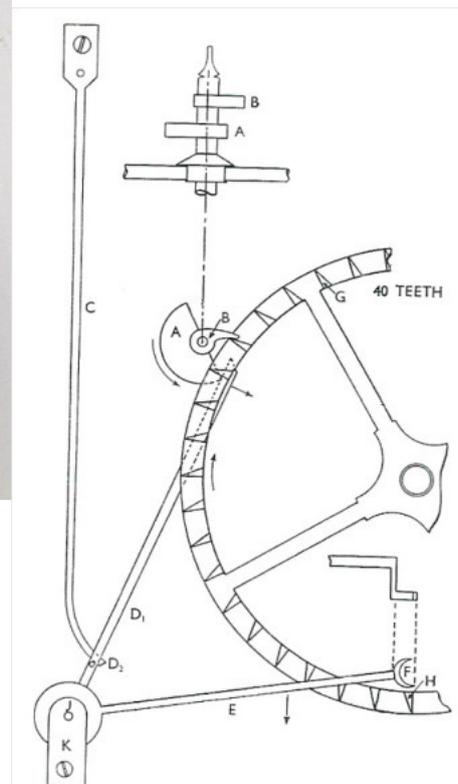
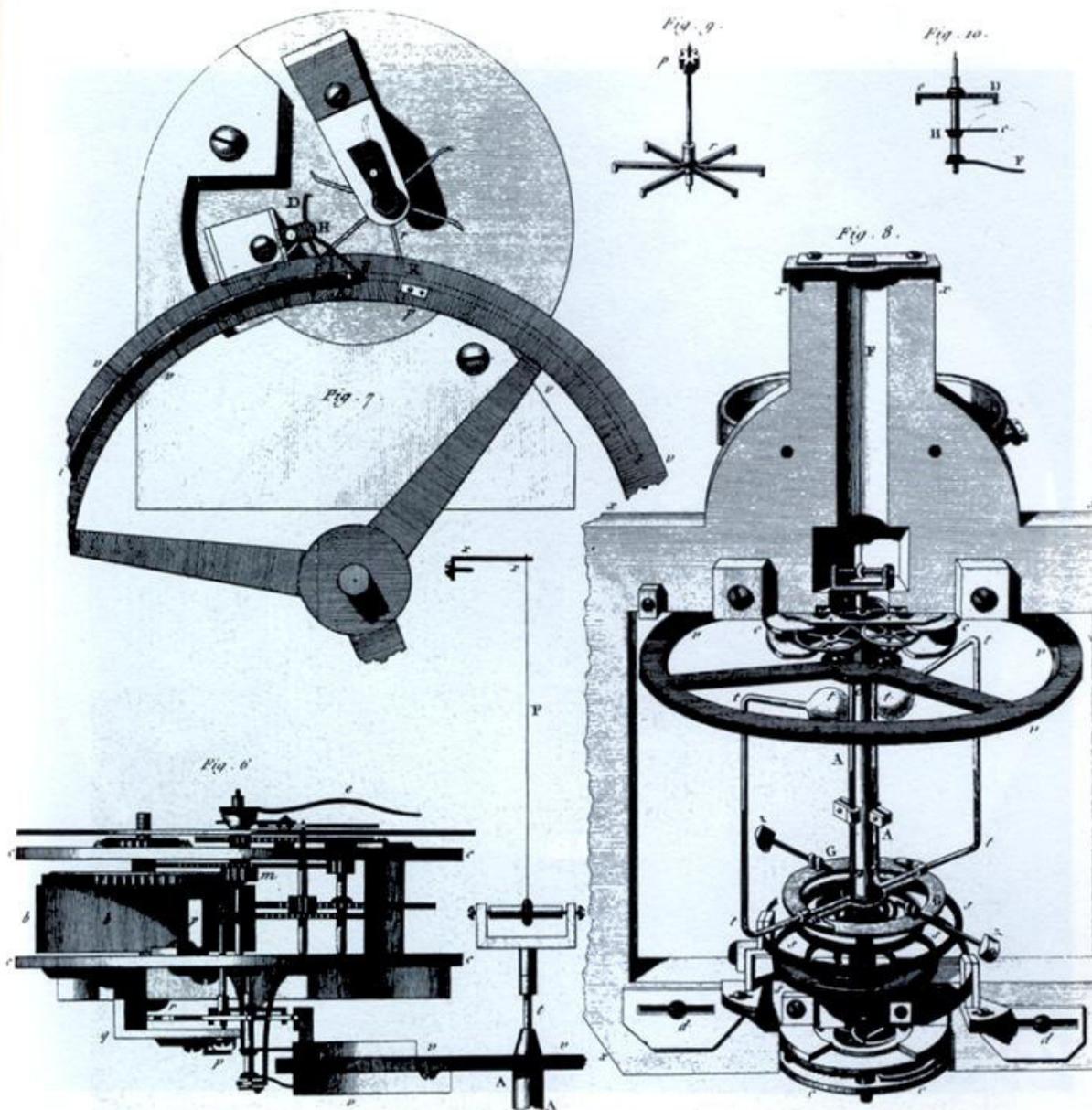


Figure 140. The first detent escapement made by Pierre Le Roy in 1752. A = roller operating the locking; B = impulse roller or pallet; C = detent return spring; D<sub>1</sub> = arm engaged by locking roller; E = locking arm joined to D<sub>1</sub>; F = tooth of wheel about to be locked in crescent; G = tooth giving impulse to roller B; H = tooth which will be locked by F; D<sub>2</sub> = pin engaged by C; J = arbor and pivots of detent; K = bar supporting detent arbor.

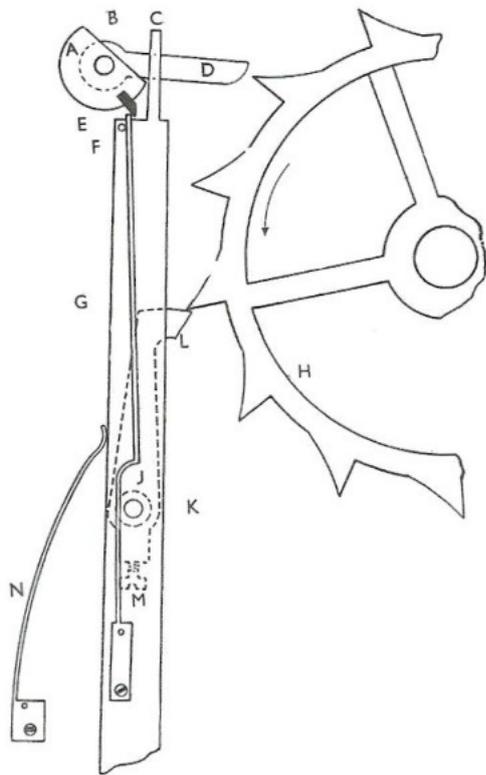


Rappresentazione schematica del cronometro di Pierre Le Roy, del 1786, il primo con scappamento staccato, bilanciere compensata e bilanciere isocrono. In alto a sinistra (con la scritta *fig. 7*) si può vedere lo scappamento a leva, con una ruota di scappamento a sei denti (ingrandita, in alto a destra, sotto la scritta *fig. 9*) e il meccanismo di arresto a due bracci (*e* e *D* della *fig. 10*). Quest'ultimo, a sua volta, è spinto avanti e indietro (dentro e fuori la ruota di scappamento) dai colpi dei perni posti sul margine del bilanciere (uno su ogni lato) contro i bracci di sganciamento o «uncini» (*c* e *F*) sull'albero della levetta (*H*). Nello schema, il perno superiore sta per colpire il più lungo di questi uncini (*F*).

In basso a destra, veduta di tre quarti dell'intero meccanismo: grande bilanciere e, sopra, treno; al di sotto compensazione tubolare a mercurio e alcol (*t,t,t*); sotto ancora doppie molle del bilanciere (*s,s,s*).

L'orologio è visibile nel Museo del Conservatoire National des Arts et Métiers di Parigi. Non è in funzione.

## Gli scappamenti à *detent* di Arnold



Il primo tipo di *pivoted detent* usato da Arnold:

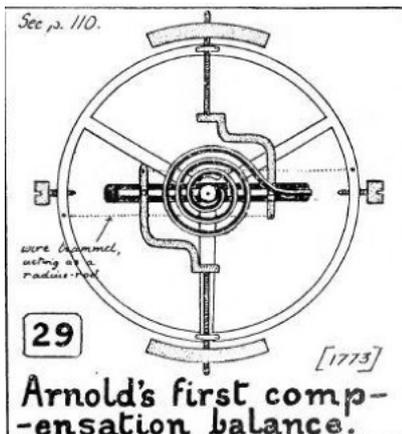
- A rocchetto di scarico
- B lato piatto che permette il passaggio del corno
- C corno del *detent*
- D paletta d'impulso
- E paletta di scarico
- F piolo a contatto con la molla di passaggio
- G molla di passaggio in acciaio
- H ruota di scappamento a 15 denti
- J braccio di blocco
- K asse del *detent*
- L rubino del braccio di blocco
- M vite senza testa per fissare il braccio
- N molla di ritorno del *detent*



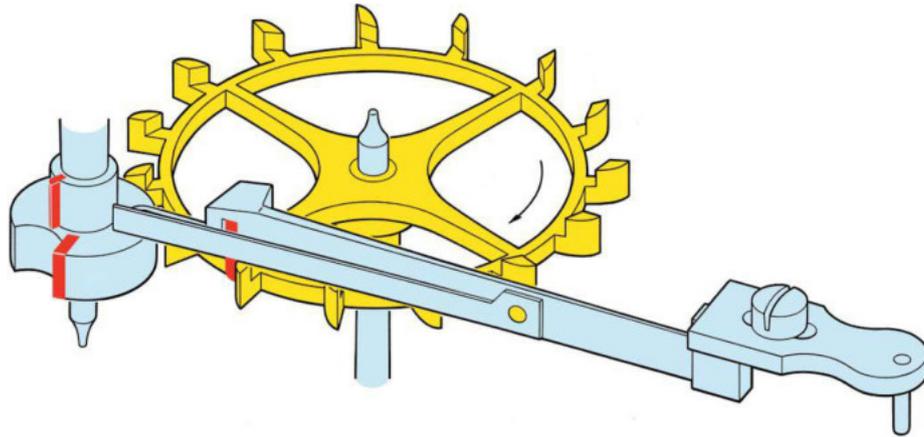
Una delle maggiori invenzioni di John Arnold: il terminale della curva nella molla spirale del bilanciere. Brevettata il 2 Maggio 1782 (Pat. 1328), ha lo scopo di rendere costante la durata delle oscillazioni. Infatti qualunque variazione fatta sulla lunghezza della spirale, sia per cambiare il periodo di oscillazione del bilanciere che per tener conto delle differenze di temperatura, ne alterava l'isocronismo spostandone il centro di gravità. Le regolazioni vengono quindi apportate solo sul bilanciere.

La spirale cilindrica fu prima usata sul *pivoted detent* mentre Arnold studiava il nuovo scappamento (lo *spring detent*) che non ha perni e quindi non genera attrito quando viene

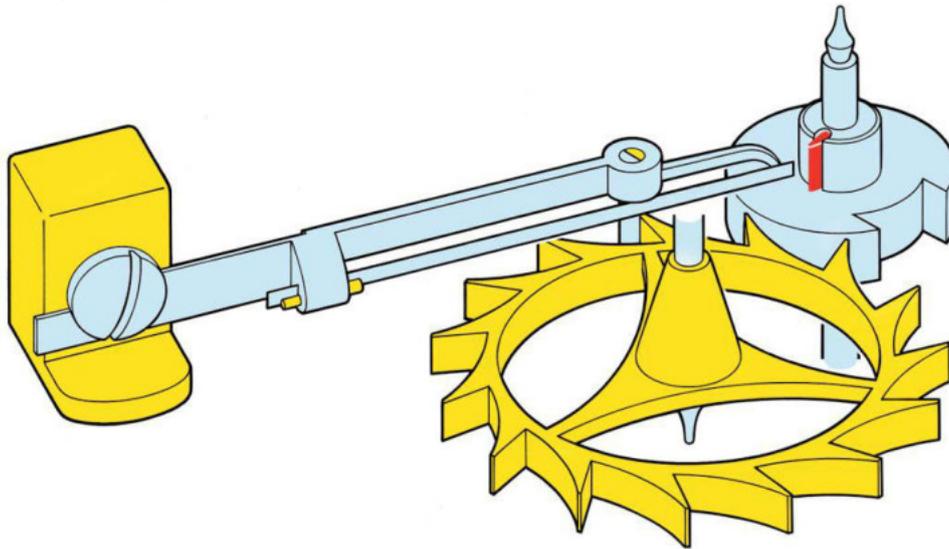
spostato lateralmente.



*Bilanciere compensato di Arnold.*



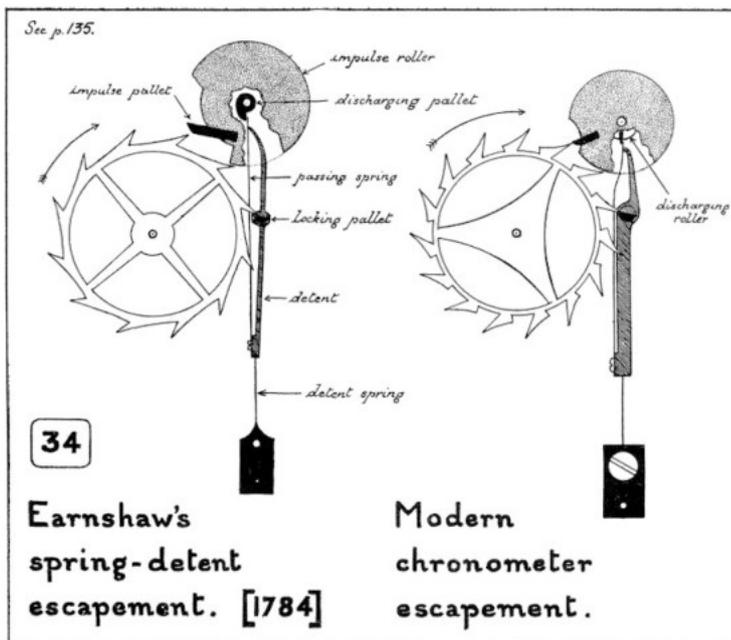
Nello scappamento con molla a scatto di Arnold sono da notare la rotazione in senso orario della ruota di scappamento ed il profilo epicicloideale dei denti della ruota.



Nello scappamento di Earnshaw, che a lungo contestò ad Arnold il primato di questa invenzione, la ruota ha una rotazione antioraria ed i denti hanno un profilo con una maggiore facilità di costruzione.

Per questa maggiore facilità costruttiva, e per una maggiore tolleranza nella regolazione, la versione più moderna di questo scappamento divenne la più usata dai costruttori.

*Da Marine Chronometer di R. Gould.*



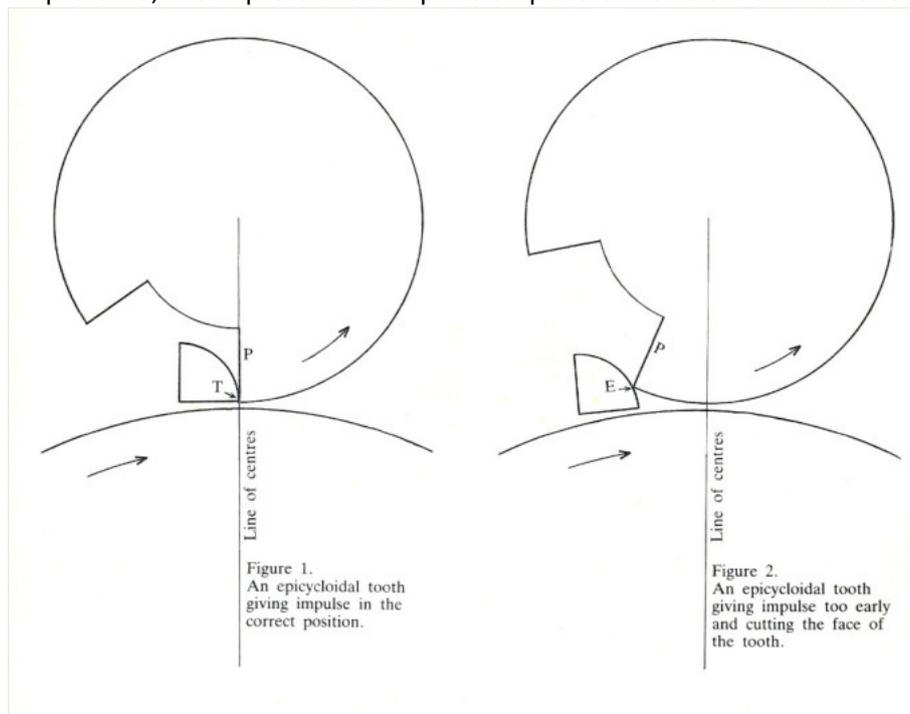
## Differenze tra lo scappamento di Arnold ed Earnshaw

Per dare impulso alla paletta nello scappamento di Arnold, l'intera lunghezza di ciascun dente della ruota di scappamento scorre lungo la paletta; in Earnshaw, solo la punta di ciascun dente entra in contatto. Nonostante queste differenze nel grado di scorrimento, entrambi hanno dimostrato di funzionare in modo soddisfacente senza bisogno di olio, migliorando così significativamente la precisione. Tuttavia, senza olio, l'usura dei denti di fuga di Arnold tende ad aumentare.

A questo apparente difetto dello scappamento *spring detent* fornisce una convincente risposta Vaudrey Mercer in un suo breve articolo<sup>3</sup>. Egli, oltre alle differenze comunemente citate, aggiunge che, nello scappamento di Arnold, l'utilizzo dei denti cicloidali oltre ad avere una maggiore difficoltà di esecuzione, richiedeva una accurata precisione nella regolazione dello scappamento. Questo a suo parere (condivisibile) è stata la maggior causa della preferenza dei costruttori per lo scappamento di Earnshaw.

Nello scappamento di Arnold, che prevede l'impulso tangenziale alla direzione del movimento, è essenziale che il primo punto di contatto avvenga sulla linea di centro. Questo si vede nella fig1 in cui la base del dente T incontra la paletta P esattamente sulla linea. La fig 2 ci mostra invece la faccia della paletta che non è in posizione tangenziale alla linea di centro e che anticipa l'incontro con il dente in un punto diverso (E) causando con il tempo danneggiamenti al profilo del dente. Quando questo avveniva si cercava di ovviare con l'uso dell'olio che invece non era necessario se la regolazione fosse stata esatta come in fig1.

Un'ulteriore differenza, d'interesse per gli orologiai, è che la molla che tiene fermo il *detent* è in **tensione** nel progetto di Arnold (cioè nella posizione bloccata, la rotazione della ruota di scappamento sta cercando di allontanare la molla di fermo dal suo fissaggio), mentre in quello di Earnshaw è in **compressione** (cercando di spingerlo indietro). Queste forze sono minuscole e non hanno effetti pratici distinguibili; ma tali minuzie possono essere importanti e sono molto studiate. La tensione è marginalmente da preferire; la compressione comporta un piccolo rischio di deformazione della molla.

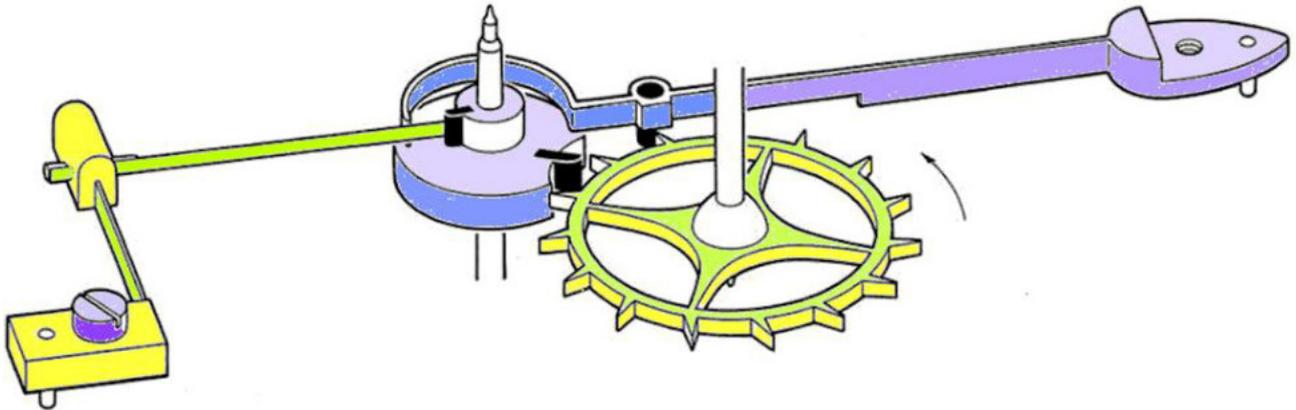


Ma a proposito dell'impatto non tangenziale con la linea di centro, Mercer ha motivo di dispiacersi che lo stesso W.J. Gazely nel suo *Clock & Watch Escapement* non ne abbia colta l'importanza ed indica un disegno (a pag223) oltre all'affermazione che l'impatto con il dente cicloidale aumenti l'attrito e richieda quindi lubrificazione. Punto su cui Mercer sostiene esattamente la tesi opposta.

<sup>3</sup> Antiquarian Horology Dicembre 1981 Thomas Earnshaw

### Lo scappamento *detent* di Peto

Venne utilizzato anche da Breguet e si trova, quasi esclusivamente, nei cronometri marini di Brockbanks. James Peto era lavorante di Earnshaw ed aggirò il brevetto del suo maestro introducendo una modifica, derivata da Arnold, per cui lo *spring detent* funziona in tensione.

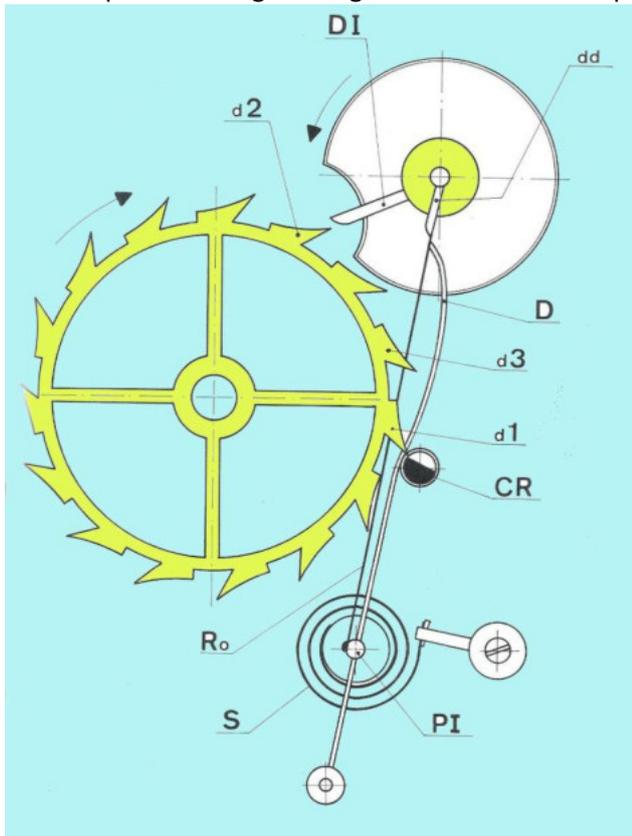


Questo fu ottenuto montando la molla passante separata da quella di *detent* , a 180° da essa e dalla parte opposta della ruota di scappamento. Lo sblocco quindi avviene dietro all'albero del bilanciere.



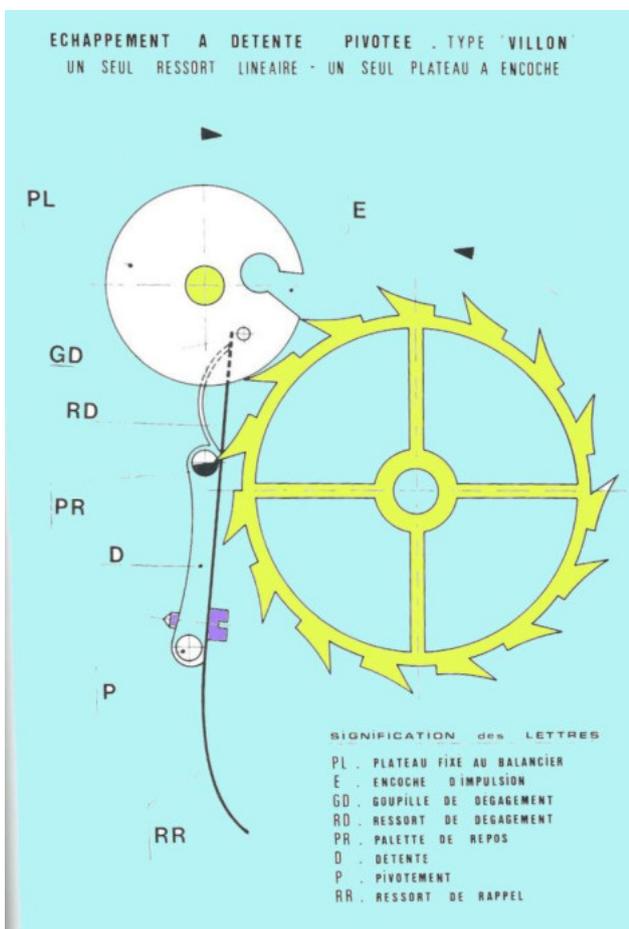
## Lo scappamento à detente pivotée

Usato soprattutto dagli orologiai svizzeri e francesi per gli orologi da persona e per i *deck watch* si distingue



In scappamento a *detent* imperniato (pivotée) con richiamo a molla spirale (primo disegno) e con richiamo operato da una molla lineare (secondo disegno).

D	<i>detent</i>
DI	dente d'impulso
PI	perno del <i>detent</i>
CR	<i>cheville</i> d'impulso
Ro	molla d'oro
S	molla spirale



La differenza fra i due tipi di scappamento consiste unicamente nel tipo di molla di richiamo. In questo caso, più facile da realizzare, la lunga molla di richiamo RR è fissata direttamente alla platina.

(disegni provenienti da "L'Histoire des Echappements des Montres" di Y. Droz e J. Flores)

Vediamo adesso alcuni protagonisti che hanno, con l'obiettivo di una migliore produttività, innovato il modo di produrre i cronometri marini.

## Thomas Mercer

Parlando di cronometri marini non si può escludere la Thomas Mercer Chronometers che ne ha costruito oltre 30.000 prima di chiudere le attività nel 1984.

**Origini.** William Walker nacque nel 1783 e fondò una dinastia di orologiai a St. Helens, nel Merseyside. Suo nipote, Thomas Mercer fu apprendista presso di lui.

Thomas si trasferì a Liverpool per continuare a lavorare come orologiaio, da T. Russell nel 1843, ma poi andò a Londra nel 1854, per acquistare un biglietto di sola andata per gli Stati Uniti, alla ricerca di nuove e migliori prospettive. Ma lungo il cammino, vedendo un cronometro nella vetrina di John Fletcher (famoso produttore di cronometri), cambiò idea, chiese lavoro a Fletcher e venne assunto da questi. Fondò poi l'omonima azienda Thomas Mercer Chronometers a Islington, Londra nel 1858. Questa zona, (compresi Clerkenwell e Covent Garden), era un focolaio di creatività e vendita al dettaglio nel settore dei cronometri. Divenne presto altamente competitivo, così come Dent, Frodsham, Reid, Blackie, Johnson.

La Thomas Mercer Chronometers rimase a Clerkenwell fino a quando non si trasferì in una sede più grande a St. Albans nel 1874.

Le prestazioni dei cronometri venivano controllate, per la precisione, con le prove annuali di Greenwich: il successo veniva spesso ricompensato in modo redditizio con contratti dal settore privato e pubblico. Tom arrivò secondo alle prove di Greenwich nel 1881. L'anno successivo nacque suo figlio Frank Mercer, che negli anni successivi vinse il primo premio di Greenwich nel 1911 con il Mercer 8306. La Thomas Mercer Chronometers vendette molti pezzi "white label" ad intermediari ed a rivenditori che avrebbero messo il proprio nome sul quadrante di un cronometro realizzato completamente dalla TMC.

Ma con l'inizio della prima guerra mondiale, con l'aumento del numero delle navi da guerra e di rifornimento della Royal Navy, ma anche delle altre marine, la disponibilità di cronometri iniziò a scarseggiare. Se ne lamentò Thomas Russell di Liverpool, il più grande fornitore di cronometri di marina, ma soprattutto fu lo stesso Ammiragliato a soffrire la mancanza di questi strumenti, tanto da intervenire per la soluzione del problema.



Thomas Mercer, abbiamo visto, era stato un grande costruttore di cronometri da marina (ne costruì infatti oltre 5.000) ma nel 1874 aveva trasferito la sua fabbrica a St. Albans pur conservando il suo incarico di tesoriere e relatore al *British Horological Institute* a Clerkenwell dove, con un viaggio di oltre 20 miglia, si recava ogni venerdì. Il trasferimento aveva avuto luogo sia perché la cittadina era il luogo d'origine della moglie Mary, ma anche per la vicinanza con i numerosi lavoranti a domicilio di movimenti grezzi.

*Frank Mercer (1882 - 1970)*

Costoro, nonostante si fosse nel XX secolo, preferivano ancora la lavorazione manuale che era ormai superata dagli incrementi di produzione che potevano dare le macchine. Thomas Mercer era già morto nel 1900, l'azienda

di St. Albans, era affidata alla famiglia, e continuava a produrre ma con difficoltà. Inoltre il figlio Frank, esperto orologiaio, prestava servizio militare e non poteva occuparsene.

Interviene a questo punto l'Ammiragliato che convoca Frank, gli concede un congedo anticipato e, nello stesso tempo, gli impone il compito di modernizzare ed aumentare la produzione della sua azienda. Il racconto che fa lo stesso Frank dell'impatto con gli operai per spiegar loro le nuove direttive aziendali, è indicativo delle cause della decadenza dell'orologeria inglese. Riporto sinteticamente alcuni passi:

*“Arrivai, ancora in uniforme, nel pomeriggio di un giorno di primo inverno e spiegai loro quanto mi era stato richiesto. Non si trattava di un problema di costi ma di cambiare il modo di costruire. Ad esempio l’albero del bariletto, come il pignone da 4 ed altri pezzi, venivano ancora forgiati a mano e poi lavorati con ripetitive operazioni al tornio ed alla trafilatura, non veniva utilizzata nessuna macchina automatica. Quella notte andai a dormire alla locanda convinto di aver assolto al mio compito principale ed ero un uomo soddisfatto. Il giorno dopo tutto era cambiato di fronte al rifiuto di ogni cooperazione. L’incaricato dell’Ammiragliato mi disse che avevo parlato come un sergente maggiore ed avevo ottenuto un’accoglienza peggiore di quella che ci si aspettava. Ma, riflettendo sui vari aspetti, giunsi alla conclusione che avevo parlato a degli operai anziani, che da molto tempo svolgevano il lavoro in quel modo e quindi ogni cambiamento costava loro troppo...”.*

Frank Mercer intervenne con decisione:

- Per prima cosa fece rivivere la fabbrica di catene per conoide che, unica in Inghilterra, aveva prodotto

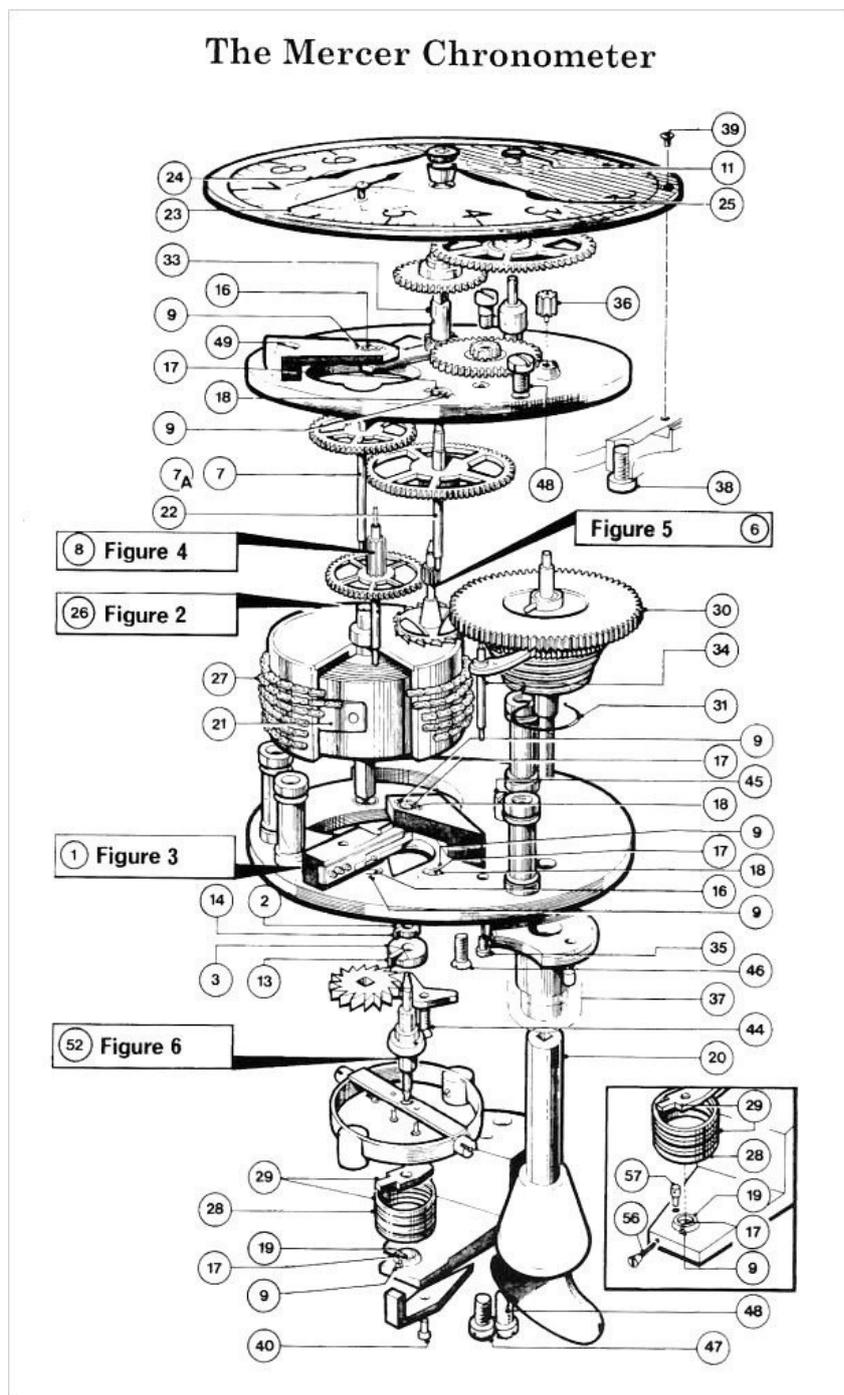
catene per orologi di ogni tipo a Christchurch<sup>65</sup> prima di cessare l’attività. Mercer riuscì a trovare molte attrezzature che, anche se un po’ datate, erano perfettamente funzionanti ed un ultimo operaio esperto che fu subito felice di riprendere l’attività ed insegnarla ad altri.

- Stabilì un rapporto di collaborazione con Kullberg e Johannsen per lo scambio di parti, la rifinitura e la costruzione di movimenti con la possibilità d’apporre ognuno la propria firma, potendo così produrre a seconda della propria capacità e non solo in base agli ordinativi.

- Spostò la produzione dalle case dei vecchi operai all’interno della fabbrica, assumendoli e pagandoli sempre puntualmente e con regolarità. Alla fine della guerra la Thomas Mercer contava 58 dipendenti (36 uomini e 22 donne).

Dopo la “cura” di Frank la produzione venne quintuplicata e, nel 1920, era cresciuta di 7 volte. Purtroppo la guerra era finita e la domanda era, ancora una volta, diminuita.

La produzione massima di cronometri raggiunta dalla Mercer prima della chiusura non superò mai i 12 cronometri a settimana. Vedremo che la Hamilton avrà una produzione minima di oltre 300 unità al mese.



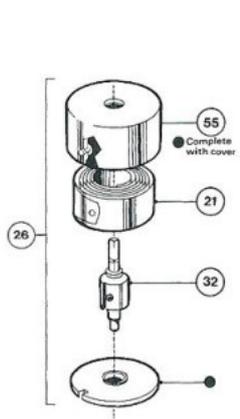


Fig. 2 Barrel assembly

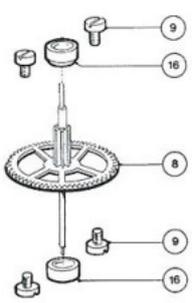


Fig. 4 4<sup>th</sup> wheel and pinion assembly

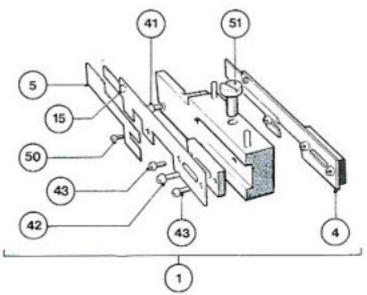


Fig. 3 Detent assembly

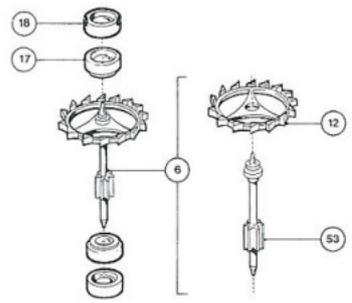


Fig. 5 Escape pinion assembly

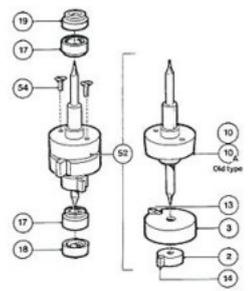


Fig. 6 Balance staff assembly

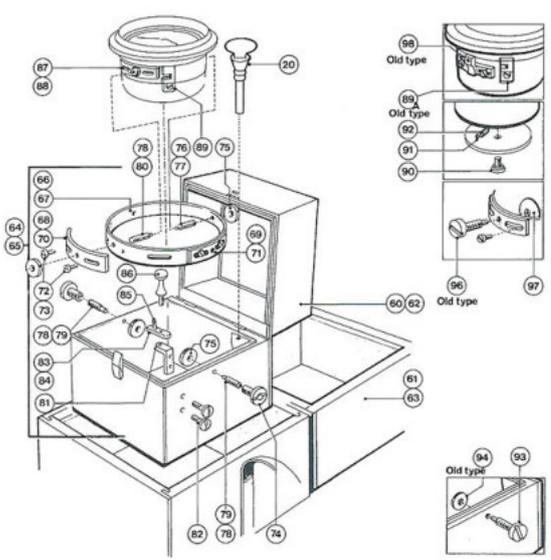
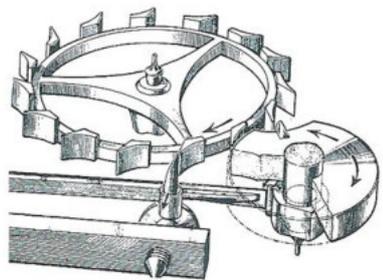


Fig. 7 (box and gimbals)



Mercier detent pre 1937



## Descrizione delle parti

1	Detent assembly	49	3 <sup>rd</sup> and 4 <sup>th</sup> bar screw
2	Small roller assembly	50	Gold spring screw
3	Large roller assembly	51	Banking stud (detent foot) screw
4	Detent spring assembly	52	Balance staff assembly
5	Gold spring	53	Escape pinion
6	Escape pinion assembly	54	Balance staff screw
7	Third pinion assembly	55	Barrel and cover assembly
8	4 <sup>th</sup> wheel & pinion assembly	56	Pendulum screw
9	Jewel screw	57	Pendulum stud
10	Balance staff	60	Inner box (box only)
11	Up and down hand assembly	61	Outer box – foam lined plywood
12	Escape wheel	62	Inner box (box only)
13	Impulse pallet	63	Outer box – foam lined plywood
14	Discharging pallet	64	Inner box with gimbals
15	Locking pallet	65	Inner box with gimbals
16	Fourth jewel hole assembly	66	Gimbal ring
17	Jewel hole assembly	67	Gimbal ring
18	Endstone assembly	68	Ring bracket
19	Balance cock endstone	69	Ring bracket (ring side)
20	Key assembly	70	Ring bracket
21	Mainspring	71	Ring bracket (right side)
22	Centre pinion assembly	72	Gimbal bracket screw
23	Seconds hand assembly	73	Gimbal bracket screw
24	Minute hand assembly	74	Box screw
25	Hour hand assembly	75	Knurled nut
26	Barrel assembly	76	Pivot screw
27	Chain assembly	77	Pivot screw
28	Balance spring	78	Pivot screw
29	Balance spring assembly	79	Pivot screw
30	Fusee assembly	80	Pivot screw
31	Fusee slide spring	81	Tongue bracket
32	Barrel arbor	82	Tongue bracket screw
33	Cannon pinion	83	Tongue
34	Detent click assembly	84	Tongue
35	Needle screw	85	Tongue button
36	Up and down pinion	86	Gimbal locking screw
37	Fusee pipe seal (cork)	87	Bowl bracket assembly
38	Edge screw	88	Bowl bracket assembly
39	Dial screw	89	Locking bracket
40	Pendulum screw	90	Scollop plate screw
41	Tension screw	91	Scollop plate button
42	Detent adjustment screw	92	Scollop plate spring
43	Pad screw	93	Box pivot screw
44	Barrel ratchet click screw	94	Box washer
45	Fusee stop screw	96	Ring pivot screw
46	Potence screw	97	Ring pivot washer
47	Balance cock screw	98	Bowl bracket
48	Pillar screw		

## Cronometri americani

### L'HAMILTON mod. 21

Prima della seconda guerra mondiale negli Stati Uniti non si producevano cronometri interamente realizzati con tutte le parti fatte in casa. Alcune aziende, William Bond & Sons di Boston, Massachusetts, John Bliss

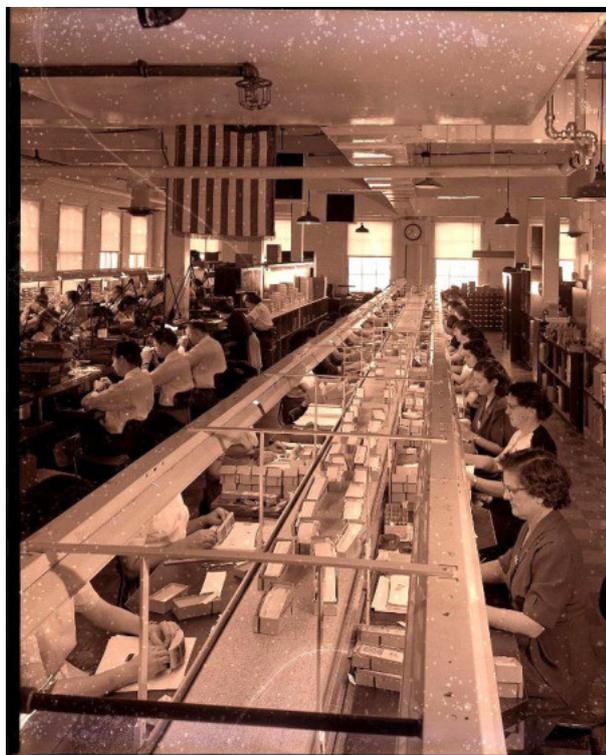


& Co., e TS & JD Negus, entrambe di New York City, assemblavano cronometri con parti importate, mentre altre aziende importavano strumenti completi che commercializzavano.

Allo scoppio della seconda guerra mondiale, negli Stati Uniti anche i cronometri assemblati erano pochissimi.

Al momento dell'attacco a Pearl Harbor, la Svizzera aveva praticamente cessato di fornire cronometri, molti della Ulysse Nardin, agli Stati Uniti perché le potenze dell'Asse non consentivano tali esportazioni in paesi diversi dai loro.

Allo stesso tempo, i produttori britannici di cronometri non erano in grado di rifornire gli Stati Uniti a causa delle richieste senza precedenti della Marina britannica. La Marina degli Stati Uniti, quindi, si rivolse ai produttori di orologi domestici degli Stati Uniti per produrre un cronometro.



La Hamilton Watch Company e la Elgin Watch Company accettarono la sfida. Queste due aziende di orologi si erano impegnate a progettare un cronometro ed a realizzarlo in quantità. Ma solo Hamilton fu in grado di produrre un cronometro conforme alle specifiche della Marina.

Gli ingegneri della Hamilton si impegnarono a produrre cronometri anche se non lo avevano mai fatto prima. Due anni dopo, il 27 febbraio 1942, la Hamilton Co. consegnò i primi due cronometri all'Osservatorio navale statunitense di Washington, per le prove. Poco dopo, iniziò la produzione in volume del cronometro noto come "Hamilton Model 21".

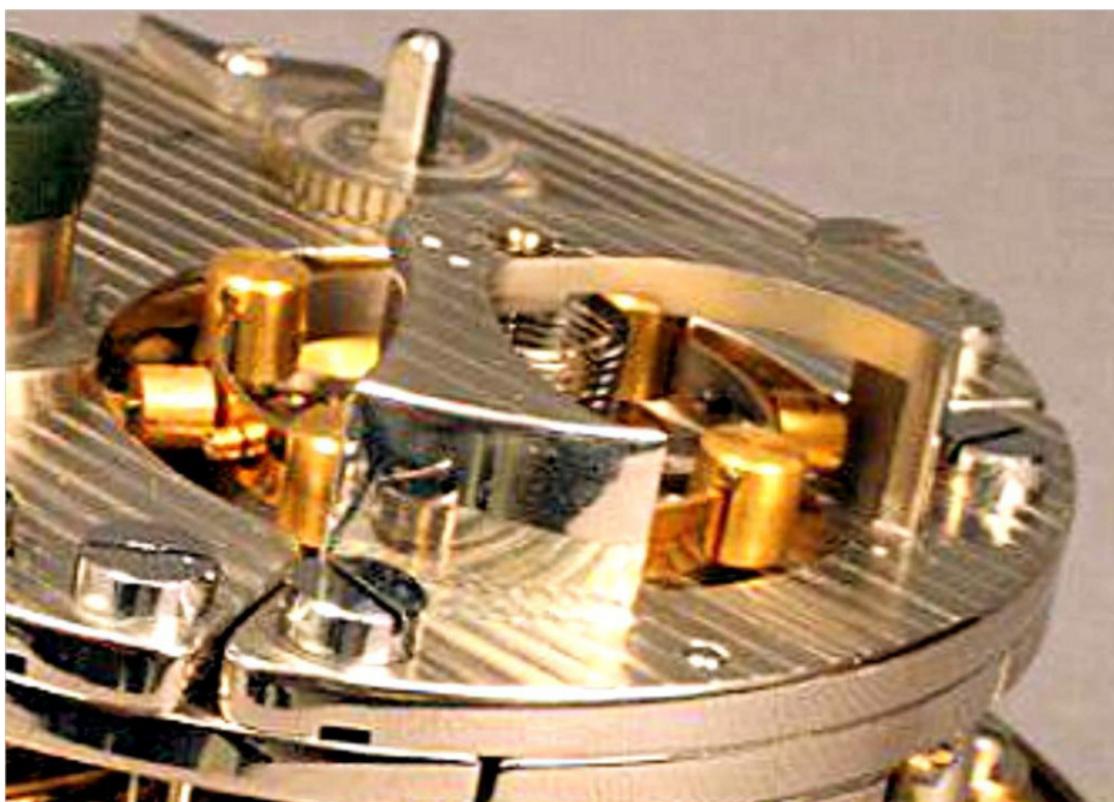
Durante il mese di ottobre 1944, Hamilton consegnò all'Osservatorio navale 546 cronometri (la più grande quantità prodotta in un mese).

Hamilton produsse 8902 cronometri per la Marina e circa altri 1500 per la Commissione Marittima, 500 per l'Esercito e l'Aeronautica. Il Modello 21 è stato prodotto tra il 1942 e il 1961.

Il cronometro marino Hamilton era uno strumento straordinariamente preciso, con prestazioni oltre ogni aspettativa. La tolleranza della Marina per il rating medio giornaliero era di 1,55 secondi al giorno. Ma la maggior parte degli Hamilton testati segnarono ben meno di mezzo secondo al giorno. Il successo nelle prove della Hamilton rispetto alla Elgin, viene attribuito al bilanciere in acciaio inox non tagliato e con la spirale in Enlivar. Di contro il mod. 600 della Elgin aveva un

bilanciere bimetallico tagliato, con spirale in acciaio, che si rivelò meno adatto a superare i test di temperatura.

Nella progettazione del proprio cronometro la Elgin ha introdotto una interessante innovazione che consentiva, in caso di riparazione, di accedere al treno svitando solo due viti del ponte del bilanciere. Infatti l'assemblaggio riuniva la ruota di scappamento, il *detent* ed il bilanciere. La foto seguente mostra l'ingegnoso componente meccanico.

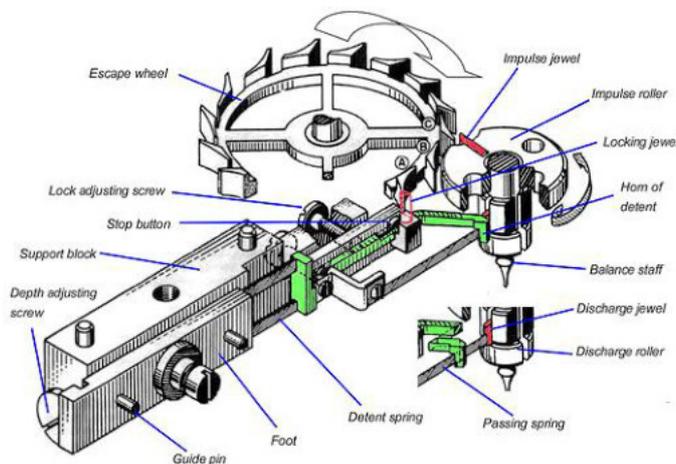
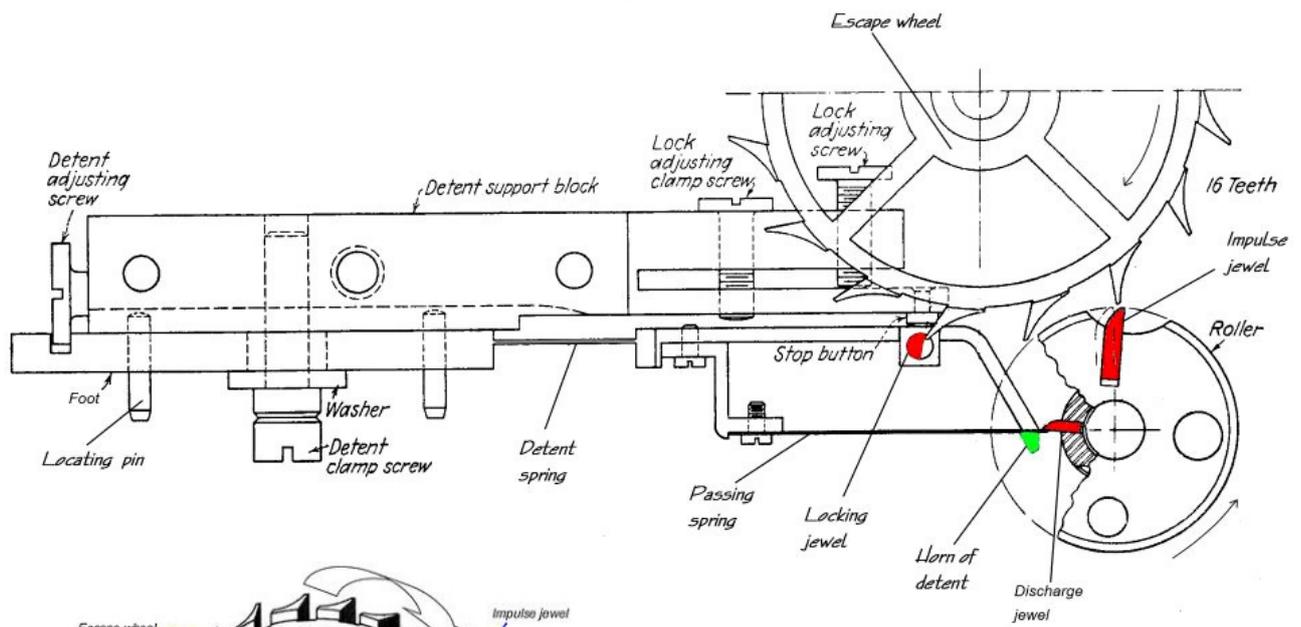
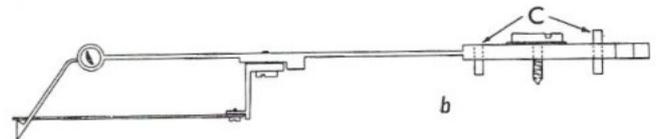
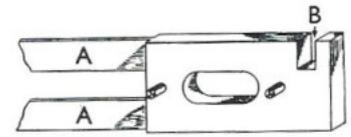


Non esistono dati certi, ma sembra che solo 125 cronometri mod. 600 siano usciti completi dallo stabilimento della Elgin, anche se le molte parti prodotte hanno poi generato degli assemblati con questo marchio.

### **Il *detent* regolabile dell'Hamilton mod 21**

Praticamente uguale a quello della Ulysse Nardin, supera i problemi di regolazione senza smontare il bilanciere e/o la ruota di scappamento come avveniva nei cronometri marini di più antica generazione.

Questo è consentito dalla possibilità di slittare avanti ed indietro del piede dello scappamento rispetto al blocco di supporto.



I disegni mostrano la doppia molla sul piede dove l'asola consente lo spostamento alla vite passante; la visione laterale e quella prospettica mostrano le possibilità di regolazione sia in altezza che in profondità.

Comunque Gazely commenta come questa sia in ogni caso un'operazione ancora fastidiosa.

Negli USA in quegli anni vi fu un altro produttore nazionale: la Roth-Brothers

Chronometer Company, New York City, che non aveva nessuna precedente esperienza di produzione di orologi negli Stati Uniti, ma, ciononostante, si era impegnata a produrre cronometri, non per la Marina ma per la War Shipping Administration.

Il cronometro Roth era una copia del cronometro di Mercer e sebbene ne siano stati prodotti diversi, sia le difficoltà nell'ottenere alcune parti che i ritardi nei test non consentirono alla Società di entrare in produzione prima della fine della guerra.

NAVSHIPS 702

**NAVY DEPARTMENT**  
BUREAU OF SHIPS  
**SHIP'S CHRONOMETER RECORD**

U. S. Naval Observatory, Washington, D. C.      OCT 28 1946

Maker *Hamilton*      No. *4030*

Date of last overhaul *new*      Average deviation of daily rate *0.15*

Return to the U. S. Naval Observatory for overhaul on or before *Oct 26, 1947*

*Schles*      *M. Starling*  
Chronometer Trial Supervisor, U. S. Naval Observatory.      Chronometer Inspection Officer, U. S. Naval Observatory.

**RATE CURVE OBTAINED DURING TRIAL**

**INSTRUCTIONS FOR THE CARE AND HANDLING OF SHIP'S CHRONOMETERS**

A complete and regular record of the performance of ships' chronometers shall be kept as outlined in the "Instructions" at the end of this form.

Chronometers shall be wound regularly every 24 hours. A 56-hour instrument usually requires about 6 or 7 half-turns of the winding key. Insure closing of the winding hole by the dust plate on the back of the instrument after each winding.

The bezel of a ship's chronometer shall be removed only during corking of the balance for shipment. Detailed instructions for this operation are given under "Transportation," paragraph 2 (a), NAVSHIPS Form 702.

The indication of the hour and minute hands shall never be changed manually, except by an authorized person at a chronometer supply pool, from the time an instrument leaves the Naval Observatory until it is returned to the Naval Observatory for overhaul.

If a chronometer develops an erratic rate or stops through mechanical derangement, it shall be turned in for replacement at the first opportunity. An instrument which stops through lack of winding and is restarted may take an entirely different rate from that previously established and should be observed closely for a change in performance.

A chronometer shall be returned to the Naval Observatory for overhaul 3 years after the date of last overhaul shown above. An instrument which has been in service for 3 years, and which is turned in at a chronometer supply pool for replacement, shall be forwarded without delay to the Naval Observatory for overhaul.

*Cronometro della TS & JD Negus assemblato su base Nardin.*

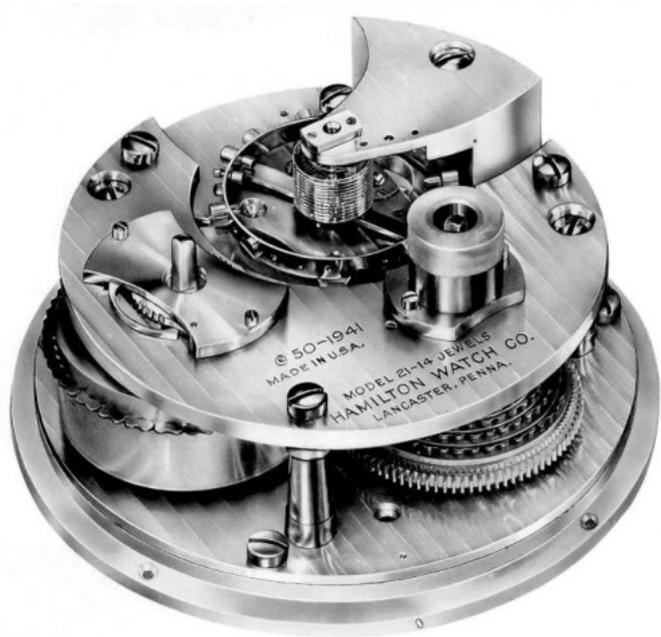
Il design di base del cronometro Hamilton era molto simile a quello della Nardin, importato prima della seconda guerra mondiale negli Stati Uniti, ma a parte alcune particolarità di design, la Hamilton si diversificò sia nei materiali che nelle tecniche di fabbrica.



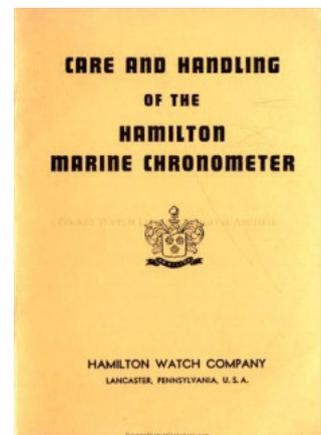
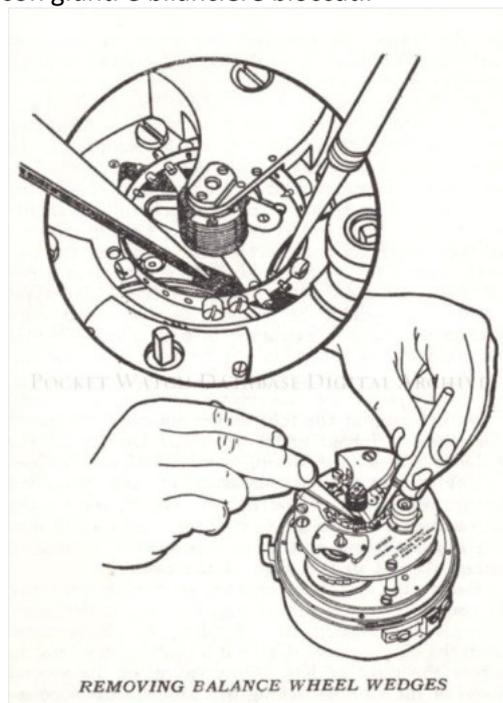
Le custodie in legno furono prodotte dalla Heintzman Piano Co. di New York, utilizzando al posto delle tradizionali viti con taglio in testa, le viti Phillips che erano una novità nell'industria americana dal 1938. Questo può essere un elemento distintivo delle casse del mod. 21.

Nel design delle parti si prestò particolare attenzione alla produzione in volume e, pur allontanandosi dalla tradizionale cura dei cronometristi europei, si ebbe un sufficiente livello qualitativo e di conseguenza un prezzo inferiore. Difatti dal 1942 al 1944 i prezzi diminuirono dai 625 ai 390 dollari.

*Uno dei primi cronometri mod.21 prodotti dalla Hamilton.*

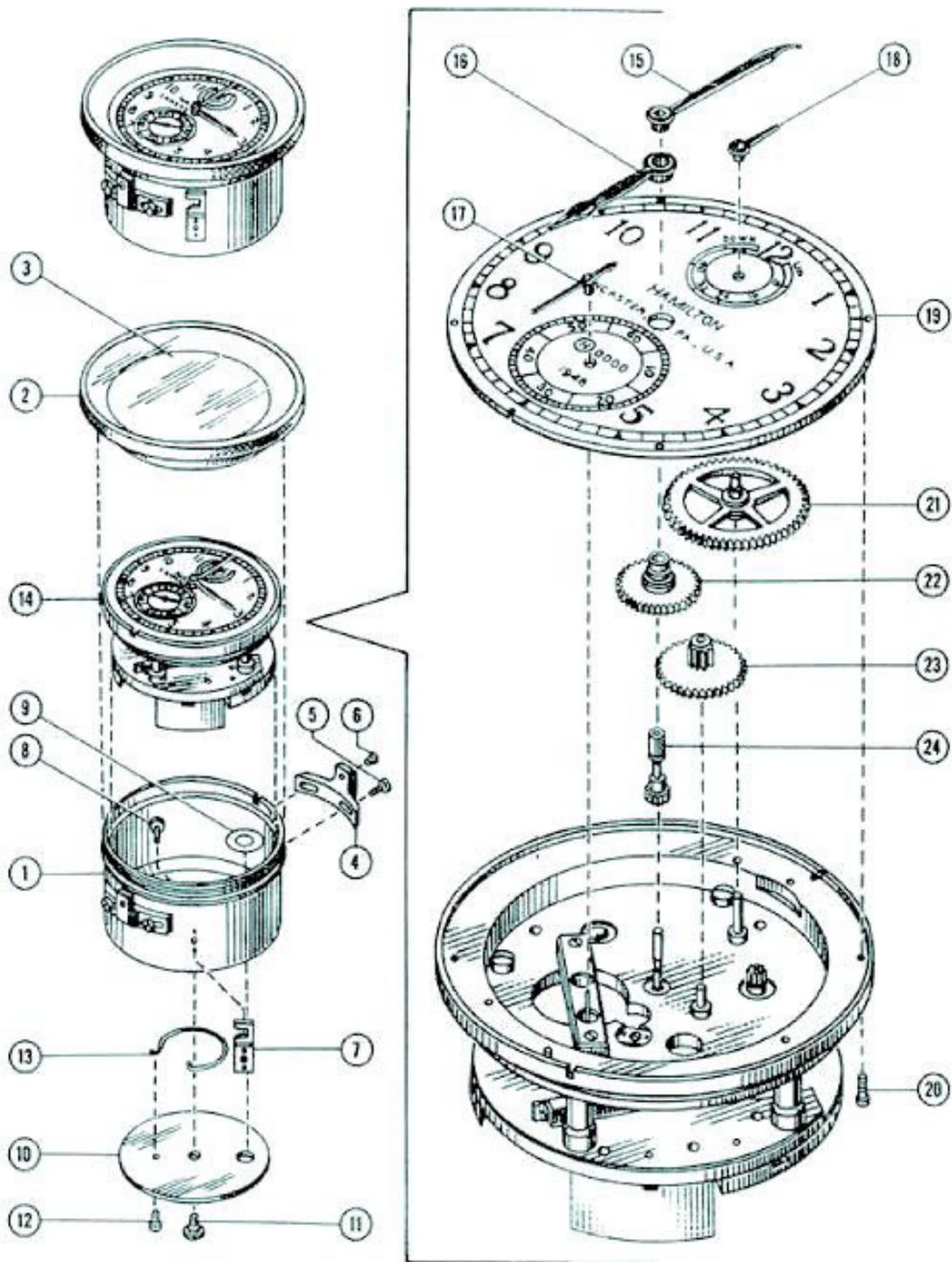


La Hamilton ha pubblicato un piccolo manuale per la disposizione all'uso del Mod 21 dopo la consegna . Questa avveniva con il cronometro nella doppia scatola in legno, e con giunti e bilanciere bloccati.



Di seguito l'elenco dettagliato delle parti pubblicato dalla stessa Hamilton Co. ad uso della USA Navy





HAMILTON SHIP CHRONOMETER

GROUP ASSEMBLY PARTS LIST

Figure and Index Number	SPCC-MFR Number	Hamilton Part Number	Part Name						Units Per Assy.
			1	2	3	4	5	6	
	H18-HM-10028	42298	Case and Movement Assembly						Ref.
	H18-HM-10029	42296	Case - Complete with bezel and brackets						1
107-1	H18-HM-10030	42101	Case - Chronometer						1
107-2	H18-HM-10039	*42102	Bezel - Complete with crystal						1
107-3	H18-HM-10040	42103	Crystal						1
107-4	H18-HM-10037	42105	Bracket - Case support, complete with bushing						2
107-5	H18-HM-10038	42117	Screw - Case support bracket						4
107-6	H18-HM-10010	42214	Bushing - Pivot screw						2
107-7	H18-HM-10035	42113	Keeper - Latch, complete with steady pins						1
107-8	H18-HM-10012	42116	Screw - Latch keeper						1
107-9	H18-HM-10036	42128	Washer - Separating						1
107-10	H18-HM-10032	42104	Plate - Shield						1
107-11	H18-HM-10034	42124	Screw - Shield plate shoulder						1
107-12	H18-HM-10033	42125	Screw - Shield plate stop						1
107-13	H18-HM-10031	42126	Spring - Shield plate return						1
107-14	H18-HM-10041	*42000	Movement Assembly - Chronometer, 85-size, model 21						1
107-15	H18-HM-10216	42033	Hand - Minute						1
107-16	H18-HM-10215	42032	Hand - Hour						1
107-17	H18-HM-10217	42034	Hand - Second, complete with pin						1
107-18	H18-HM-10218	42035	Hand - Wind indicator						1
107-19	H18-HM-10219	42030	Dial - Modern arabic numeral style						1
107-20	H18-HM-10220	35756	Screw - Dial						4
107-21	H18-HM-10221	42081	Wheel - Wind indicator, complete with hub						1
107-22	H18-HM-10222	42080	Wheel - Hour, complete with hub						1
107-23	H18-HM-10223	42078	Wheel - Minute, complete with pinion						1
107-24	H18-HM-10224	42077	Pinion - Cannon						1

Group Assembly Parts List

The Group Assembly Parts List, together with its exploded views, lists and illustrates the complete disassembly of the Hamilton Ship Chronometer. This breakdown covers, in logical sequence, all operations beginning with the removal of the chronometer from its gimbals to the removal of the bushings from the pillar plate, including some operations ordinarily not performed in chronometer overhaul. Such arrangement not only allows for a complete and logical listing of maintenance parts, but also serves as a reliable supplement to the sections on disassembly, Section V, and reassembly, Section VIII.

The Group Assembly Parts List is indented to indicate the correct relationship of each part to its next higher assembly. The attaching parts for each assembly are listed directly following that assembly, before the assembly is "broken down."

\*Not recommended for stocking.

Some component parts are starred (\*) with the note "not recommended for stocking." This note is added for one of two reasons. One reason may be that the manufacturer recommends some parts be purchased as assemblies rather than as component parts because assembling the parts may require special equipment not ordinarily found at repair stations. The other reason may be that experience has shown that some starred parts are not likely to be needed for replacement purposes.

Numerical Parts List

A Numerical Parts List is included as Section XII to aid identification when only the Hamilton part number is known. All Hamilton numbered parts are included, in numerical sequence, together with figure and index numbers referring to that component. The figure and index numbers indicate immediately the location of the component in both the exploded views and Group Assembly Parts List.

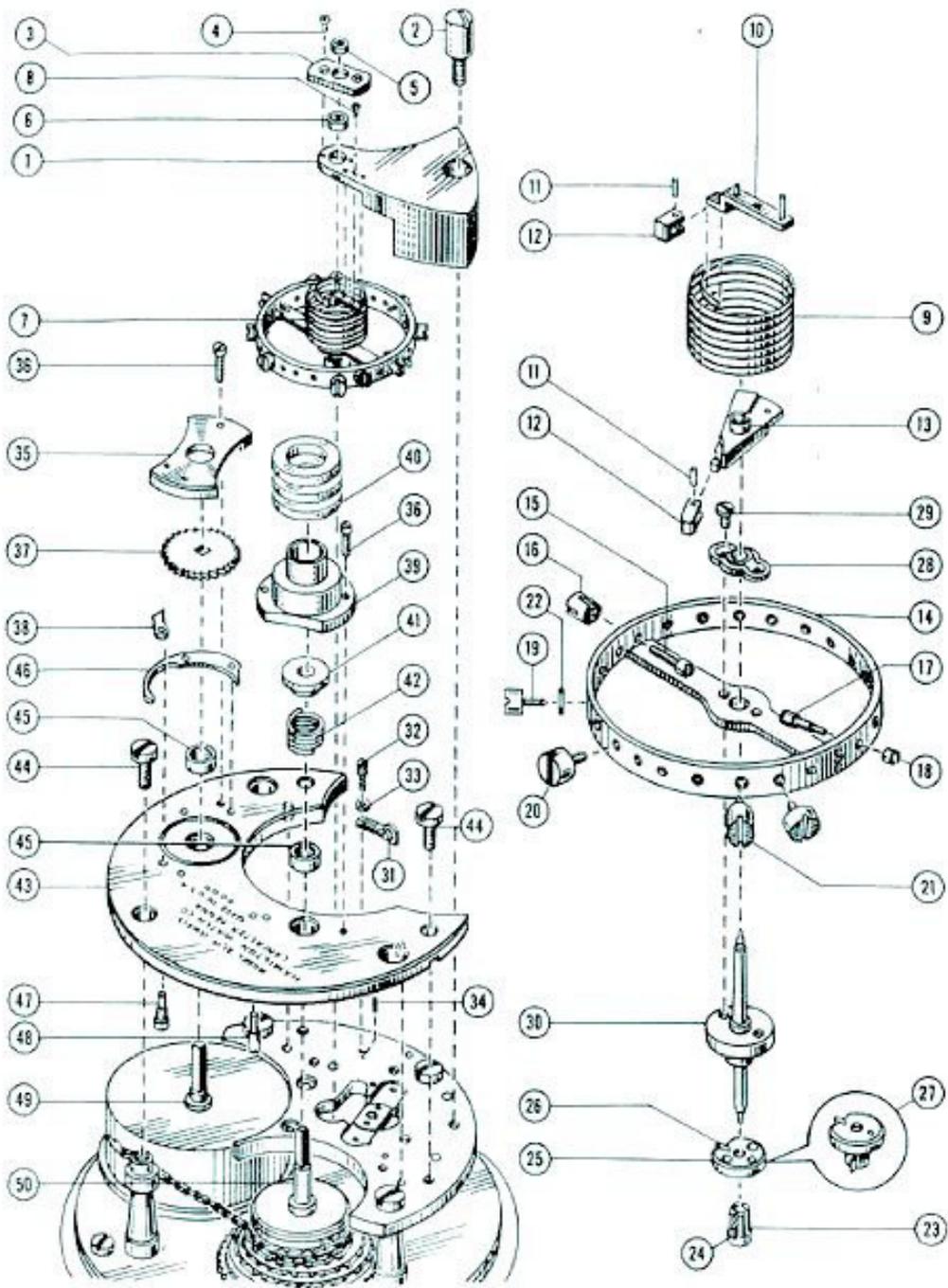


Figure 108

GROUP ASSEMBLY PARTS LIST

Figure and Index Number	SPCC-MFR Number	Hamilton Part Number	Part Name						Units Per Assy.
			1	2	3	4	5	6	
	H18-HM-10041	42000	Movement Assembly - Chronometer, 85-size, model 21						Ref.
108-1	H18-HM-10225	42066	Cock - Balance, complete with pins						1
108-2	H18-HM-10226	42192	Screw - Balance cock						1
108-3	H18-HM-10227	42160	Cap - Balance upper endstone, with jewel						1
108-4	H18-HM-10228	20762	Screw - Balance upper endstone cap						2
108-5	H18-HM-10229	42155	Setting - Balance upper endstone, with jewel						1
108-6	H18-HM-10230	42162	Setting - Balance, complete with jewel						1
108-7	H18-HM-10231	42193	Balance and Hairspring Assembly						1
108-8	H18-HM-10232	27760	Screw - Hairspring stud						1
108-9	H18-HM-10233	42188	Hairspring						1
108-10	H18-HM-10237	42189	Stud - Hairspring, complete with pins						1
108-11	H18-HM-10236	42147	Pin - Hairspring stud clamp wedge						1
108-12	H18-HM-10235	42191	Clamp - Hairspring stud						1
108-13	H18-HM-10234	42190	Collet - Hairspring						1
108-11	H18-HM-10236	42147	Pin - Hairspring collet clamp wedge						1
108-12	H18-HM-10235	42191	Clamp - Hairspring collet						1
	H18-HM-10238	*42195	Balance Wheel Assembly, with screws						1
108-14	H18-HM-10239	42178	Wheel - Balance, complete with spoke						1
108-15	H18-HM-10240	42177	Screw - Timing weight						2
108-16	H18-HM-10241	42176	Weight - Timing, 93 ± 1 mg.						2
108-17	H18-HM-10242	42197	Screw - Vernier timing weight						2
108-18	H18-HM-10118	37115	Weight - Vernier timing, 10.5 ± 0.3 mgs.						2
108-19	H18-HM-10250	**42171	Screw - Balance, 125 to 130 mgs., 0.049 in. head height						4-6
108-20	H18-HM-10252	**42173	Screw - Balance, 200 to 205 mgs., 0.080 in. head height						2
108-21	H18-HM-10253	**42174	Screw - Balance, 250 to 255 mgs., 0.101 in. head height						2
108-22	H18-HM-10243	**42181	Washer - Timing, 4.0 to 5.0 mgs., 0.002 in. thick						As Req'd.
108-23	H18-HM-10255	42252	Roller - Unlocking, complete with jewel						1
108-24	H18-HM-10256	287	Jewel - Unlocking						1
108-25	H18-HM-10257	**42263	Roller - Impulse, complete with jewel, (Identity No. 3; O.D. .249)						1
108-26	H18-HM-10258	286	Jewel - Impulse						1
108-27	H18-HM-10561	***42180	Roller - One piece						Ref. 1
108-28	H18-HM-10264	++42248	Cap - Balance wheel						1
108-29	H18-HM-10263	++42249	Screw - Balance wheel hold-down						2
108-30	H18-HM-10248	42186	Hub - Balance wheel, complete with staff						1
108-31	H18-HM-10196	42299	Arm - Balance wheel locking						1
108-32	H18-HM-10278	37204	Screw - Flat head fillister (NAVOBSY No. 4618)						1
108-33	H18-HM-10277	42251	Washer - (NAVOBSY No. 55-3)						1
108-34	H18-HM-10214	42300	Pin - Balance wheel locking arm stop						1
108-35	H18-HM-10280	+++42029	Plate - Setup cover						1

\*\*See tables on page 88 for additional variations.

\*\*\*Part No. 42180 should be replaced with Parts Nos. 42252 and 42263 whenever in need of repair or replacement.

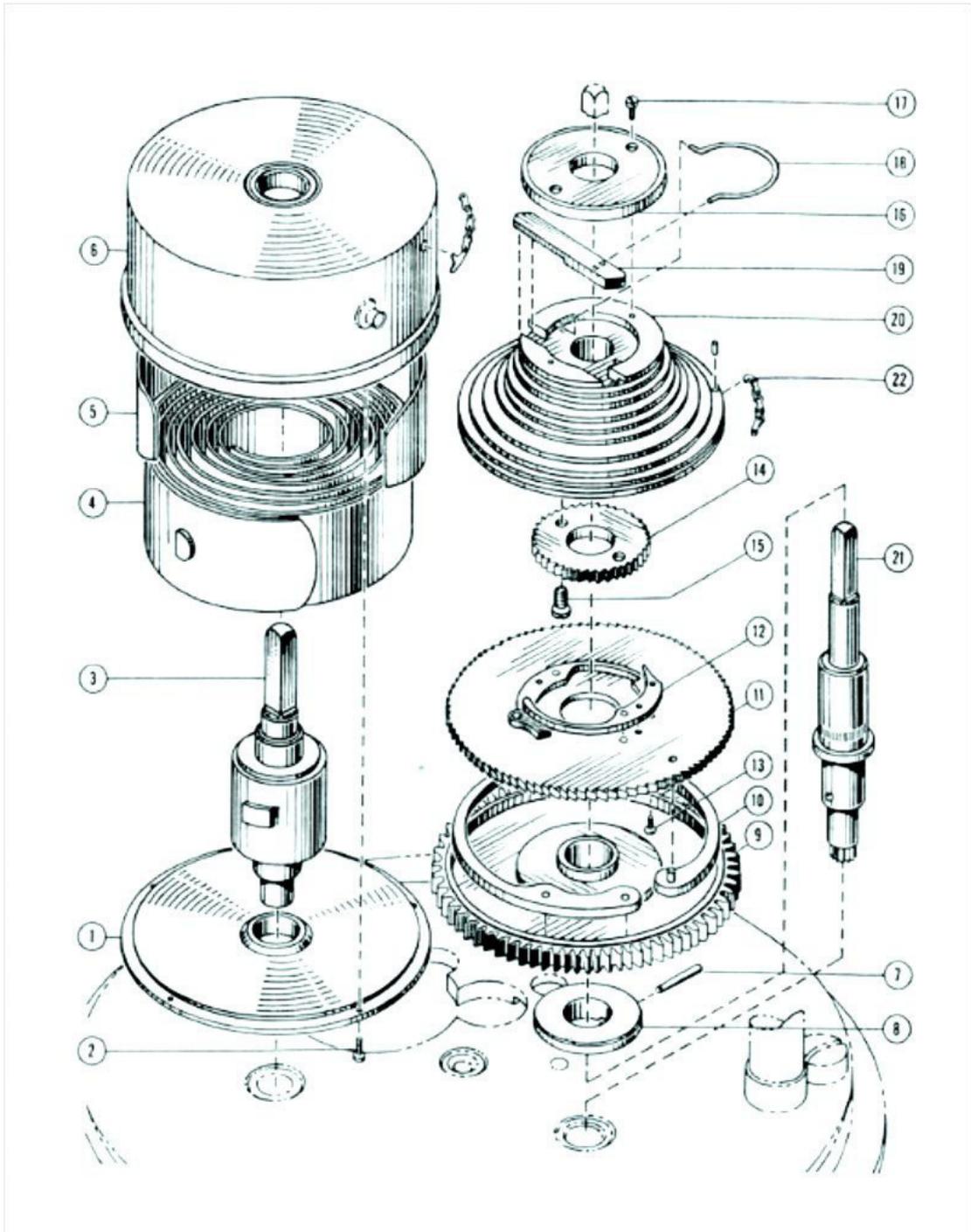
--Not included in early model chronometers.

+++In disassembly, the escape upper bridge, detent assembly, and escape wheel are removed ahead of the setup cover plate. Therefore, to follow disassembly exactly, refer to parts 110-1 through 110-18, in Fig. 110.

GROUP ASSEMBLY PARTS LIST

Figure and Index Number	SPCC-MFR Number	Hamilton Part Number	Part Name						Units Per Assy.	
			1	2	3	4	5	6		
108-36	H18-HM-10109	42056							Screw - Setup cover plate	2
108-37	H18-HM-10281	42026							Wheel - Setup ratchet	1
108-38	H18-HM-10282	42027							Pawl - Setup	1
108-39	H18-HM-10283	42051							Seal - Dust	1
108-36	H18-HM-10109	42056							Screw - Dust seal	2
108-40	H18-HM-10284	42054							Ring - Packing	3
108-41	H18-HM-10285	42052							Ring - Seal	1
108-42	H18-HM-10286	42053							Spring - Helical seal	1
108-43	H18-HM-10287	42061							Bridge - Barrel, complete with pins	1
108-44	H18-HM-10288	42055							Screw - Barrel bridge pillar	1
108-44	H18-HM-10288	42055							Screw - Barrel bridge	2
108-45	H18-HM-10289	42164							Bushing - Barrel upper	1
108-45	H18-HM-10289	42164							Bushing - Fusee upper	1
108-46	H18-HM-10290	42028							Spring - Setup pawl, complete with pins	1
108-47	H18-HM-10291	42036							Screw - Setup pawl pivot	1
108-48	H18-HM-10292	42099							Stop - Fusee winding stop-bar	1
108-49	H18-HM-10293	42242							Barrel Assembly	1
109-1	H18-HM-10294	*42169							Cap - Barrel	1
109-2	H18-HM-10102	37023							Screw - Barrel cap	5
109-3	H18-HM-10295	42170							Arbor - Barrel	1
109-4	H18-HM-10296	42038							Mainspring - Complete with anchor pin, 0.0165 ± $\frac{5}{10}$ in. thick	1
109-5	H18-HM-10297	42037							Brace - Mainspring	1
109-6	H18-HM-10298	*42168							Barrel - Mainspring, complete with anchor pin	1
109-50	H18-HM-10299	42006							Fusee Assembly	1
109-7	H18-HM-10300	42020							Pin - Taper, fusee assembly	1
109-8	H18-HM-10301	42019							Plate - Fusee end	1
109-9	H18-HM-10302	42015							Wheel - Fusee	1
109-10	H18-HM-10303	42016							Spring - Sustaining, complete with pins	1
	H18-HM-10304	42009A							Wheel Assembly - Sustaining ratchet, complete with pawls, springs and screws	1
109-11	H18-HM-10305	42009							Wheel - Sustaining ratchet, complete with pawls	1
109-12	H18-HM-10306	42007							Spring - Winding pawl, complete with pins	2
109-13	H18-HM-10307	42012							Screw - Winding pawl spring	4
109-14	H18-HM-10308	42013							Wheel - Winding ratchet	1
109-15	H18-HM-10309	42014							Screw - Winding ratchet wheel	2
109-16	H18-HM-10310	42008							Plate - Fusee top	1
109-17	H18-HM-10232	27760							Screw - Fusee top plate	2
109-18	H18-HM-10311	42025							Spring - Winding stop-bar	1
109-19	H18-HM-10312	42024							Stop-bar - Winding	1
109-20	H18-HM-10313	42021							Fusee - Complete with arbor	1
109-21	H18-HM-10314	*42022							Arbor - Fusee, complete with wind indicator pinion	1
109-22	H18-HM-10315	42001							Fusee Chain Assembly	1

\*Not recommended for stocking.



GROUP ASSEMBLY PARTS LIST

Figure and Index Number	SPCC-MFR Number	Hamilton Part Number	Part Name						Units Per Assy.	
			1	2	3	4	5	6		
108-36	H18-HM-10109	42056							Screw - Setup cover plate	2
108-37	H18-HM-10281	42026							Wheel - Setup ratchet	1
108-38	H18-HM-10282	42027							Pawl - Setup	1
108-39	H18-HM-10283	42051							Seal - Dust	1
108-36	H18-HM-10109	42056							Screw - Dust seal	2
108-40	H18-HM-10284	42054							Ring - Packing	3
108-41	H18-HM-10285	42052							Ring - Seal	1
108-42	H18-HM-10286	42053							Spring - Helical seal	1
108-43	H18-HM-10287	42061							Bridge - Barrel, complete with pins	1
108-44	H18-HM-10288	42055							Screw - Barrel bridge pillar	1
108-44	H18-HM-10288	42055							Screw - Barrel bridge	2
108-45	H18-HM-10289	42164							Bushing - Barrel upper	1
108-45	H18-HM-10289	42164							Bushing - Fusee upper	1
108-46	H18-HM-10290	42028							Spring - Setup pawl, complete with pins	1
108-47	H18-HM-10291	42036							Screw - Setup pawl pivot	1
108-48	H18-HM-10292	42099							Stop - Fusee winding stop-bar	1
108-49	H18-HM-10293	42242							Barrel Assembly	1
109-1	H18-HM-10294	*42169							Cap - Barrel	1
109-2	H18-HM-10102	37023							Screw - Barrel cap	5
109-3	H18-HM-10295	42170							Arbor - Barrel	1
109-4	H18-HM-10296	42038							Mainspring - Complete with anchor pin, 0.0165 ± $\frac{5}{0}$ in. thick	1
109-5	H18-HM-10297	42037							Brace - Mainspring	1
109-6	H18-HM-10298	*42168							Barrel - Mainspring, complete with anchor pin	1
109-50	H18-HM-10299	42006							Fusee Assembly	1
109-7	H18-HM-10300	42020							Pin - Taper, fusee assembly	1
109-8	H18-HM-10301	42019							Plate - Fusee end	1
109-9	H18-HM-10302	42015							Wheel - Fusee	1
109-10	H18-HM-10303	42016							Spring - Sustaining, complete with pins	1
	H18-HM-10304	42009A							Wheel Assembly - Sustaining ratchet, com- plete with pawls, springs and screws	1
109-11	H18-HM-10305	42009							Wheel - Sustaining ratchet, complete with pawls	1
109-12	H18-HM-10306	42007							Spring - Winding pawl, complete with pins	2
109-13	H18-HM-10307	42012							Screw - Winding pawl spring	4
109-14	H18-HM-10308	42013							Wheel - Winding ratchet	1
109-15	H18-HM-10309	42014							Screw - Winding ratchet wheel	2
109-16	H18-HM-10310	42008							Plate - Fusee top	1
109-17	H18-HM-10232	27760							Screw - Fusee top plate	2
109-18	H18-HM-10311	42025							Spring - Winding stop-bar	1
109-19	H18-HM-10312	42024							Stop-bar - Winding	1
109-20	H18-HM-10313	42021							Fusee - Complete with arbor	1
109-21	H18-HM-10314	*42022							Arbor - Fusee, complete with wind indi- cator pinion	1
109-22	H18-HM-10315	42001							Fusee Chain Assembly	1

\*Not recommended for stocking.

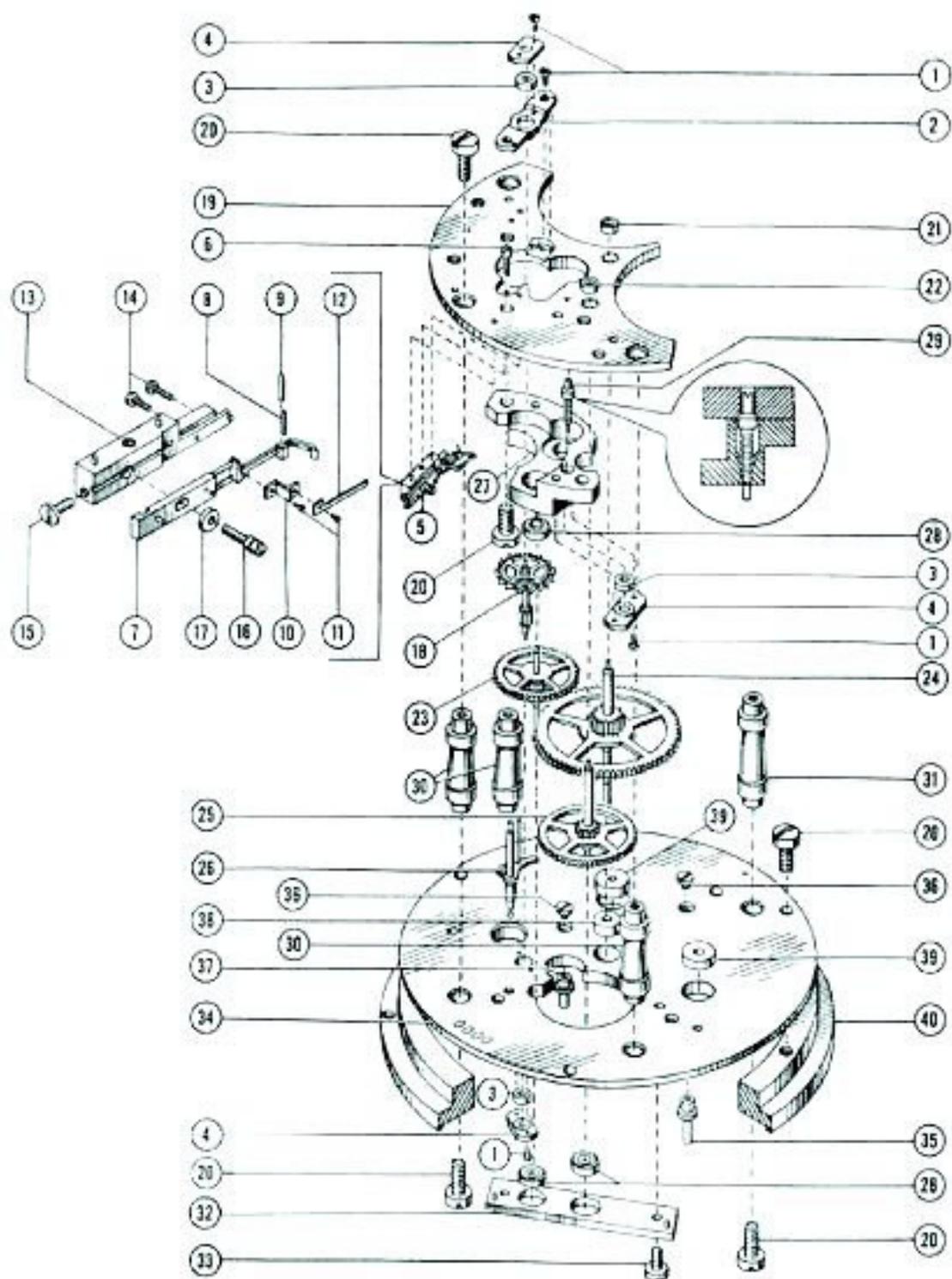


Figure and Index Number	SPCC-MFR Number	Hamilton Part Number	Part Name						Units Per Assy.
			1	2	3	4	5	6	
	H18-HM-10041	42000	Movement Assembly - Chronometer, #5-size, model 21						Ref.
	H18-HM-10265	*42064A	Bridge - Escape upper, complete with pins and setting						1
110-1	H18-HM-10228	20762	Screw - Escape upper bridge						2
110-2	H18-HM-10266	42064	Bridge - Escape upper, complete with pins						1
110-3	H18-HM-10230	42162	Setting - Escape upper, complete with jewel						1
110-4	H18-HM-10267	42159	Cap - Escape upper endstone, complete with jewel						1
110-1	H18-HM-10228	20762	Screw - Escape upper endstone cap						2
110-5	H18-HM-10268	42093	Detent Assembly						1
110-6	H18-HM-10109	42056	Screw - Detent support block						1
110-7	H18-HM-10269	***42087	Detent - Complete with jewel (beryllium copper)						1
110-8	H18-HM-10270	42089	Pin - Locking jewel wedge						1
110-9	H18-HM-10271	285	Jewel - Locking						1
110-10	H18-HM-10272	42092	Bracket - Detent trip spring support angle						1
110-11	H18-HM-10113	1770	Screw - Detent trip spring support bracket						1
110-12	H18-HM-10273	***42088	Spring - Detent trip (Hamilton Elinvar)						1
110-11	H18-HM-10113	1770	Screw - Detent trip spring						1
110-13	H18-HM-10274	42086	Block - Detent support, complete with button and pins						1
110-14	H18-HM-10275	42091	Screw - Detent lock adjusting clamp						1
110-14	H18-HM-10275	42091	Screw - Detent lock adjusting						1
110-15	H18-HM-10276	20756	Screw - Detent adjusting						1
110-16	H18-HM-10278	37024	Screw - Detent clamp						1
110-17	H18-HM-10277	42251	Washer - Detent clamp screw						1
110-18	H18-HM-10279	42076	Wheel - Escape, complete with pinion						1
110-19	H18-HM-10318	42082	Bridge - Upper train						1
110-20	H18-HM-10288	42055	Screw - Pillar upper train bridge						3
110-21	H18-HM-10317	42166	Bushing - Center wheel upper						1
110-22	H18-HM-10318	42167	Bushing - Third wheel upper						1
110-23	H18-HM-10319	42073	Wheel - Fourth, complete with pinion						1
110-24	H18-HM-10320	42068	Wheel - Center, complete with pinion						1
110-25	H18-HM-10321	42071	Wheel - Third, complete with pinion						1
110-26	H18-HM-10322	42096	Pawl - Sustaining, complete with arbor and springs						1
110-27	H18-HM-10323	42065	Bridge - Balance lower, complete with pins						1
110-20	H18-HM-10288	42055	Screw - Balance lower bridge						2
110-28	H18-HM-10324	42161	Setting - Fourth wheel upper, complete with jewel						1
110-3	H18-HM-10230	42162	Setting - Balance wheel lower, complete with jewel						1
110-4	H18-HM-10267	42159	Cap - Balance lower endstone, complete with jewel						1
110-1	H18-HM-10228	20762	Screw - Balance lower endstone cap						2
110-29	H18-HM-10325	**42247	Screw - Train blocking						1
110-30	H18-HM-10326	42059	Pillar - Train bridge						3
110-20	H18-HM-10288	42055	Screw - Pillar train bridge						3
110-31	H18-HM-10327	42058	Pillar - Barrel bridge						1

\*Not recommended for stocking.

\*\*Part No. 42247, Train Blocking Screw, is provided in Hamilton chronometer movements beginning with Serial No. 4003.

\*\*\*Beryllium copper detents shall use only Elinvar detent trip springs.

Figure and Index Number	SPCC-MFR Number	Hamilton Part Number	Part Name						Units Per Assy.
			1	2	3	4	5	6	
110-20	H18-HM-10288	42055	Screw - Pillar barrel bridge						1
110-32	H18-HM-10328	42063	Bridge - Lower train, complete with pins						1
110-33	H18-HM-10329	42163	Screw - Lower train bridge						2
110-28	H18-HM-10324	42161	Setting - Third lower, complete with jewel						1
110-28	H18-HM-10324	42161	Setting - Fourth lower, complete with jewel						1
110-34	H18-HM-10330	*42060	Plate - Pillar, complete with pins						1
110-4	H18-HM-10267	42159	Cap - Escape lower endstone, complete with jewel						1
110-1	H18-HM-10228	20762	Screw - Escape lower endstone cap						2
110-3	H18-HM-10230	42162	Setting - Escape wheel lower, complete with jewel						1
110-35	H18-HM-10331	42084	Post - Wind indicator wheel						1
110-36	H18-HM-10164	35779	Screw - Wind indicator wheel post						1
110-37	H18-HM-10332	42085	Post - Minute wheel						1
110-36	H18-HM-10164	35779	Screw - Minute wheel post						1
110-38	H18-HM-10333	42185	Bushing - Center wheel lower						1
110-39	H18-HM-10289	42164	Bushing - Barrel lower						1
110-39	H18-HM-10289	42164	Bushing - Fusee lower						1
110-40	H18-HM-10334	42057	Ring - Mounting						1
110-20	H18-HM-10288	42055	Screw - Mounting ring						3

Table of Additional Variations of Balance Screws

SPCC-MFR Number	Part Number	Weight	Size
H18-HM-10249	42271	100 to 105 mgs.	0.039 in. head height
H18-HM-10251	42172	150 to 155 mgs.	0.060 in. head height
H18-HM-10254	42175	300 to 305 mgs.	0.121 in. head height

Table of Additional Variations of Timing Washers

SPCC-MFR Number	Part Number	Weight	Size
H18-HM-10244	42182	6.0 to 7.0 mgs.	0.003 in. thick
H18-HM-10245	42183	8.0 to 9.0 mgs.	0.004 in. thick
H18-HM-10246	42184	12.0 to 13.0 mgs.	0.006 in. thick
H18-HM-10247	42185	16.0 to 17.0 mgs.	0.008 in. thick
H18-HM-10248	42256	20.0 to 21.0 mgs.	0.010 in. thick

Table of Additional Variations of Impulse Rollers

SPCC-MFR Number	Part Number	Outside Diameter	Identity No. On Part
H18-HM-10259	42264	.250	4
H18-HM-10260	42265	.251	5
H18-HM-10261	42266	.252	6
H18-HM-10262	42267	.253	7

\*Not recommended for stocking.

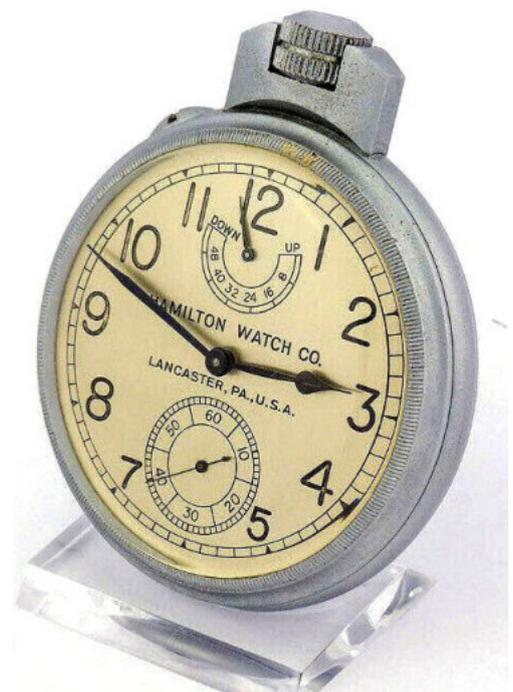
-Not currently supplied. Ship Chronometer Assembly Nos. 42213 and 42212, which included Carrying Case No. 42202 or 42130, are no longer furnished. For further information see Section I and Section II. Ship Chronometer Assembly No. 42212 differed from No. 42213 in the fastening devices used on the Carrying Case and Mounting Box. Parts Nos. 42212, 42130 and 42129 were assigned Serial Nos. 1 to 337. Parts Nos. 42213, 42202 and 42201 were assigned Serial Nos. 338 to 1941.

## L'Hamilton M22

Se, negli Stati Uniti, la disponibilità del mod 21 copriva, in gran parte, le richieste del cronometro di bordo, tuttavia c'era anche una grande carenza di orologi da ponte (*deck watch*), sia per le navi più grandi per il trasferimento dell'ora dai cronometri a cassetta, sia per le piccole navi in cui un orologio di precisione doveva servire da cronometro principale. La Hamilton iniziò la consegna del suo orologio mod 22, in questa versione, nel giugno 1942. Alla fine della guerra, erano stati consegnati 13.531 orologi con cardani e 9780 senza. L'orologio senza cardano aveva la forma di un grande orologio da tasca in una cassa di legno imbottita rettangolare, mentre l'orologio con giunti cardanici era contenuto in una piccola cassa cubica suddivisa in tre parti, come quella del cronometro M21 ma più piccola. Furono realizzati un totale di 9.780 orologi senza cardano, e 13.531 con cardano.



*Orologio M22 senza e con giunto cardanico, nella custodia e con seconda custodia per il trasporto*

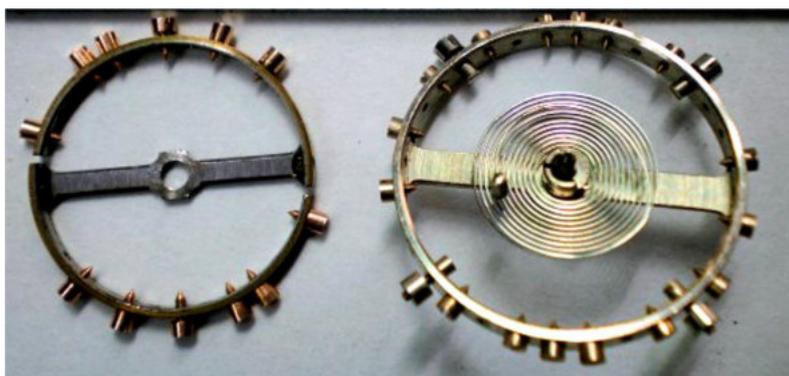


A prima vista, il meccanismo dell'orologio M 22 sembra un grande normale orologio con scappamento ad ancora di alta qualità. La platina ha un diametro di 57 mm. Tuttavia, diverse caratteristiche lo distinguono dai precedenti orologi da navigazione: l'energia deriva da una molla eccezionalmente lunga nel bariletto (152,4 cm); i rubini nella ruota di centro; il bilanciere "ovalizzante"; ha la molla spirale del bilanciere in Elinvar, la cui elasticità varia molto poco con la temperatura; ha la regolazione delle lancette con pulsante in modo che le lancette non possano essere posizionate accidentalmente durante la carica della molla, ed ha una lancetta per indicarne lo stato di avvolgimento.

### Caratteristiche del bilanciere

A differenza di un normale bilanciere in acciaio, quello in Elinvar ha un'elasticità che diminuisce molto poco con la temperatura, per cui è richiesta una corrispondente minore compensazione del bilanciere. Nel bilanciere ovalizzante, i bracci sono realizzati in Invar, che con l'aumento della temperatura si dilata poco e il bordo è in acciaio inossidabile 18/80. Ad una certa temperatura, il bordo sarà circolare. Con un aumento della temperatura, l'espansione del cerchio lo costringerà a una forma leggermente ovale, con l'asse lungo perpendicolare alle braccia, ed il momento di inerzia, insieme al periodo di oscillazione, aumenterà.

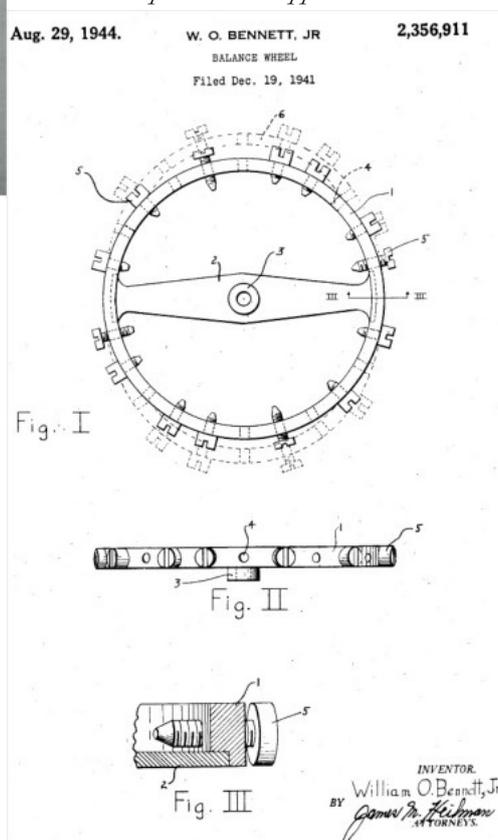
Al contrario, un calo della temperatura farà sì che il bilanciere diventi ovale con l'asse lungo allineato ai bracci e il periodo di oscillazione diminuirà, poiché la distribuzione dei pesi di compensazione e di temporizzazione tende a concentrarsi nel cerchio. In una normale bilanciere bimetallico con molla in acciaio, la rigidità della molla non diminuisce in modo lineare all'aumentare della temperatura, mentre la sua variazione di diametro è lineare, dando il cosiddetto "errore di temperatura media" MTE, ma nel bilanciere del M22, il momento di inerzia e le piccole variazioni di elasticità che si verificano, sono praticamente lineari, così che l'errore di temperatura media è ridotto a un cinquantesimo quasi impercettibile di un normale bilanciere compensato ed è di segno opposto.



*Nel disegno successivo del progetto di W. Bennet della Hamilton, la linea tratteggiata mostra la deformazione ovalizzante dovuta al contrasto tra sensibilità termica dell'acciaio dell'anello ed all'invariabilità dei bracci.*

Il bilanciere ha 28 fori per le viti di compensazione della temperatura. Hamilton ha fornito una procedura per regolare queste viti, controllando la velocità delle oscillazioni a 55° e 90°F (equivalenti a 12,78° e 32,22° Celsius) e spostando le viti attorno all'anello secondo una tabella che forniva i cambiamenti di posizione necessari per correggere una determinata variazione più o meno della velocità in secondi al giorno per 35 gradi Fahrenheit. Ci sono anche quattro dadi per il bilanciere dopo tale cambiamento e la marcia giornaliera viene regolata dapprima grossolanamente dalle due coppie di dadi di temporizzazione, e con la valutazione finale effettuata utilizzando il regolatore.

*A sinistra un bilanciere tradizionale bi-metallico tagliato, ed a destra quello "ovalizzante" della Hamilton. L'anello è in acciaio inox mentre i bracci centrali sono in invar e la spirale in Enlivar completa di contrappeso.*



### La molla del bilanciere

La Hamilton forniva la molla del bilanciere in Elinvar già preformata e trattata termicamente su una prima in modo che tutte le molle fossero quasi identiche e non fosse necessaria alcuna noiosa (anche se forse intuitiva) regolazione manuale dell'*overcoil* per l'isocronismo. Il colletto centrale era controbilanciato per tenere conto del peso del perno e dell'asimmetria della prima spirale. L'asse del bilanciere era pentagonale, con un foro di forma corrispondente nel ponte del bilanciere.

### L'energia di marcia

I cronometri marini con scatola sono dotati di un conoide in modo che allo scappamento venga fornita una potenza più o meno costante. Se il bilanciere è isocrono, vale a dire che impiega tutto il tempo per compiere un'oscillazione completa, sia che l'arco dell'oscillazione sia grande o più piccolo, allora la costanza dell'erogazione di potenza allo scappamento diventa meno importante. Come si vedrà in seguito, il bilanciere ha caratteristiche di *design* che danno isocronismo e questo, unito al vantaggio di mantenere l'orologio sempre rivolto verso l'alto, ha fatto sì che fosse montato un bariletto, nonostante la sua erogazione di potenza non uniforme. Tuttavia, l'M22 era dotato di una molla principale lunga cinque piedi (1524 mm) che forniva una riserva di carica di oltre 56 ore, sebbene di solito gli orologi di navigazione venissero caricati ogni 24 ore alla stessa ora del giorno. Negli orologi con bariletto, nelle prime ore, c'è un calo abbastanza forte della potenza che tende poi a stabilizzarsi, seguita da un forte calo nelle ultime ore. L'allungamento della molla principale, in modo che l'orologio funzioni più a lungo, consente un calo iniziale meno ripido e successivamente una minore velocità di perdita di potenza. Un altro vantaggio di un bariletto è che non è necessario mantenere la potenza durante l'avvolgimento. La molla montata sull'M22 era larga 4 mm e spessa 0,195 mm, con spessori di 0,190 e 0,20 disponibili anche su richiesta, con un declino iniziale d'energia meno ripido ed un minore tasso di perdita di potenza in seguito. Un altro vantaggio di un bariletto è che non è necessario mantenere la potenza durante l'avvolgimento.

### Il treno

Con l'eccezione del bariletto e della sua grande ruota integrale, l'intero treno era ingioiellato con la ruota di scappamento con pietre di estremità. Lo scopo di aumentare il numero dei rubini oltre ad i soliti diciassette è di ridurre le perdite per attrito nel treno e di migliorare ulteriormente la costanza della potenza erogata allo scappamento.

### Lo scappamento

E' un normale scappamento ad ancora di buona qualità.

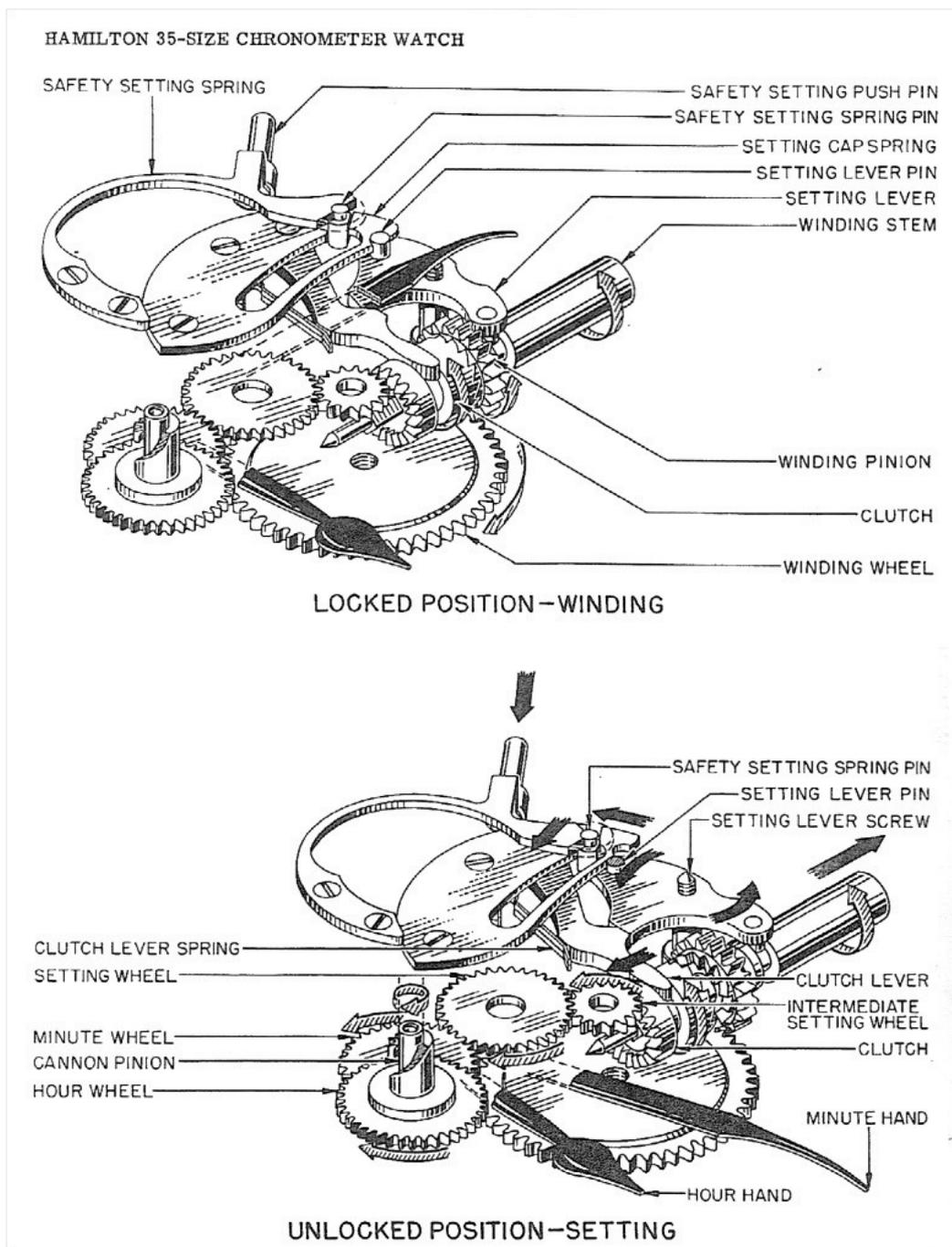
### Il Regolatore



Come nella maggior parte degli orologi di pregio, è presente un micro-regolatore per consentire movimenti molto piccoli del regolatore per l'impostazione finale della frequenza. Ciò è mostrato nella foto. La camma del regolatore e la piastra indice si muovono insieme attorno ad un asse comune e l'estremità del regolatore è trattenuta contro la camma da una molla. Ogni divisione della piastra indice rappresenta una variazione della frequenza di circa 2 secondi al giorno, quindi è possibile una regolazione molto precisa.

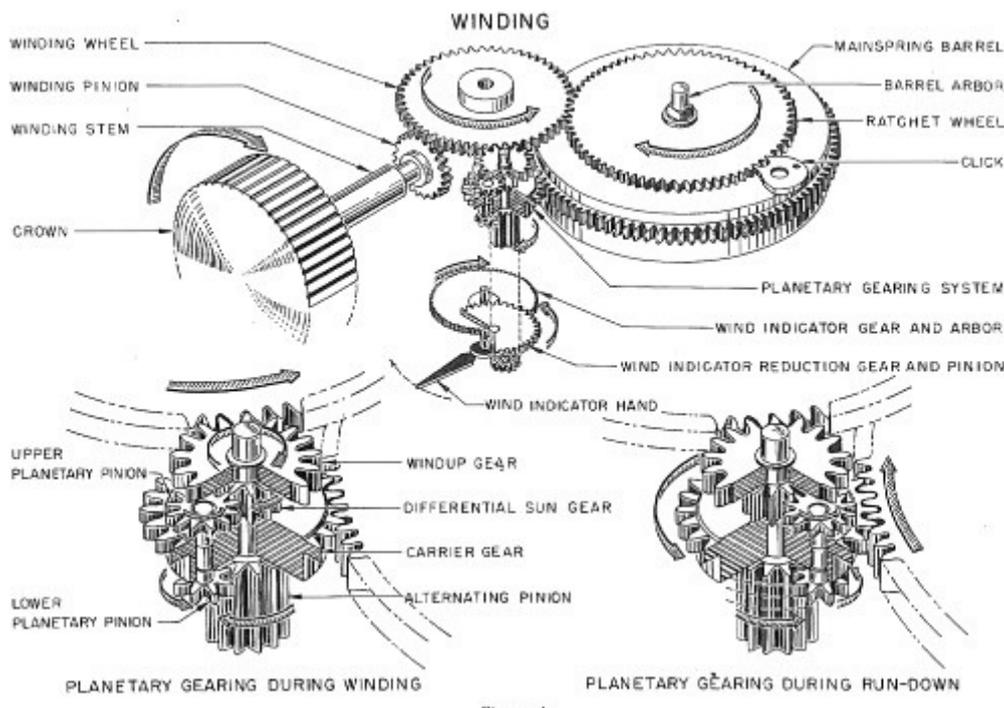
## Dispositivo di sicurezza per le lancette

Quando era importante non “perdere il tempo”, come ad esempio sulle ferrovie e per la navigazione lontano dalla terraferma, era consuetudine prevedere un qualche modo per prevenire il riposizionamento accidentale delle lancette durante la ricarica. Gli orologi delle ferrovie americane molto spesso avevano il *lever set*, vale a dire che il vetro frontale e la lunetta dovevano essere svitati per esporre una minuscola leva, che doveva essere estratta prima di poter regolare le lancette, mentre il cronometro a scatola le lancette venivano solitamente ripristinate, all'ora di Greenwich, alla conclusione di un viaggio. L'M22 aveva un pulsante di impostazione della sicurezza a sinistra del pulsante di avvolgimento come per gli orologi prodotti in svizzera nei primi decenni del 900.



## L'indicatore di carica

In un normale cronometro a scatola il meccanismo per azionare l'indicatore di carica è semplice: un pignone che ruota con il conoide e, mentre la molla si scarica, semplicemente ingrana la lancetta dell'indicatore. Quando l'orologio viene caricato, la lancetta si muove in una direzione e nell'altra durante la marcia. Tuttavia, le cose diventano più complicate quando c'è un bariletto in movimento, perché quando viene caricata la molla è l'albero che ruota, ma quando l'orologio marcia è il bariletto che ruota, quindi nessun semplice ingranaggio sarà sufficiente. La figura seguente mostra la soluzione adottata da Hamilton.



Quando la ruota di avvolgimento ruota durante la carica, l'ingranaggio di avvolgimento del gruppo di ingranaggi epicicloidali ruota in senso orario e con esso l'ingranaggio differenziale (in basso a sinistra del diagramma). Poiché l'ingranaggio portante è tenuto fermo dall'ingranaggio del bariletto quasi immobile, il pignone planetario superiore ruota insieme al pignone planetario inferiore che quindi fa ruotare il pignone alternato in senso orario. Il pignone alternato è orientato all'indicatore di avvolgimento tramite la ruota di riduzione ed anche l'indicatore di carica si muove in senso orario (visto da dietro, come nel diagramma) per indicare "Up".

Mentre la molla si scarica (in basso a destra del diagramma), questa volta sono l'ingranaggio di carica ed il differenziale che rimangono fermi mentre l'ingranaggio dentato del bariletto ruota in senso orario. Ciò fa sì che l'ingranaggio portante ruoti in senso antiorario e, poiché l'ingranaggio planetario superiore ruota attorno all'ingranaggio principale (*sun gear*), fa ruotare anche l'ingranaggio planetario inferiore. Questo tende a guidare il pignone alternato in senso orario, mentre la rotazione del pignone planetario inferiore attorno all'asse del pignone principale tende a muovere il pignone alternato in senso antiorario. Quest'ultimo domina con il risultato che il pignone alternato si muove in senso antiorario e l'indicatore di carica si sposta verso "Down".





PART NUMBER	MANUFACTURER					UNITS PER KIT
	3	4	5	6	7	
36-12	33156					Setting—Center upper complete with jewel
	33156A					Jewel—Bar hole
35	33159					Setting—Bar hole upper complete with jewel
	33159A					Setting—Third jewel
34	3213					Jewel—Bar hole
	3213A					Jewel—Lower winding complete with pin
15	32229					Pin—Down
16	32229					Wheel—Winding wheel
17	33400					Screw—Winding wheel
18	33400					Click
19	33400					Click
20	33400					Wheel—Third complete with pinion
	33400A					Pinion—Third
21	33402					Wheel—Center
	33402A					Pinion—Center
22	35766					Wheel—Lantern complete with pinion
23	35766					Pinion—Lantern
24	35766					Screw—Barrel bridge
	35766A					Wheel—Barrel wheel
	35766B					Wheel—Escapement complete with pinion
26	36039					Hub—Escape wheel
27	36039					Pinion—Escape
	36039A					Wheel—Fourth
	36039B					Pinion—Fourth
28	33075					Bridge—Train complete with 3 jewels
29	33075					Pin—Steady
	33075A					Setting—Fourth upper complete with jewel
	33075B					Setting—Fourth upper
30	33167					Setting—Escape upper
	33167A					Jewel—Olive hole
	33167B					Cap—Escape upper
31	33815					Setting—Center second complete with jewel
	33815A					Jewel—Endstone
7	33766					Screw—Escape upper exclusive cap
8	33766					Wheel—Center second exclusive with hub
9	33766					Wheel—Center second
10	33026					Screw—Center second
11	33026					Screw—Stabilizer upper
12	33026					Pinion—Center second
13	33026					Bridge—Center second complete with jewel
14	33026					Pinion—Center second
15	33026					Jewel—Center second upper bar hole
16	33026					Pin—Steady
17	33026					Bridge—Center second bridge
18	33026					Pinion—Center second complete with oiler and jewels
19	33026					Pinion
20	33026					Jewel—L pallet steel
21	33026					Pin—Pallet
22	33026					Pin—Pallet
23	33026					Pinion—Pallet
24	33026					Bridge—Pallet complete with 2 jewels
25	33026					Pinion—Pallet
26	33026					Setting—Pallet upper complete with jewel
27	33026					Jewel—Olive hole
28	33026					Cap—Pallet upper
29	33026					Setting—Pallet upper complete with jewel
30	33026					Jewel—Endstone
31	33026					Jewel—Endstone

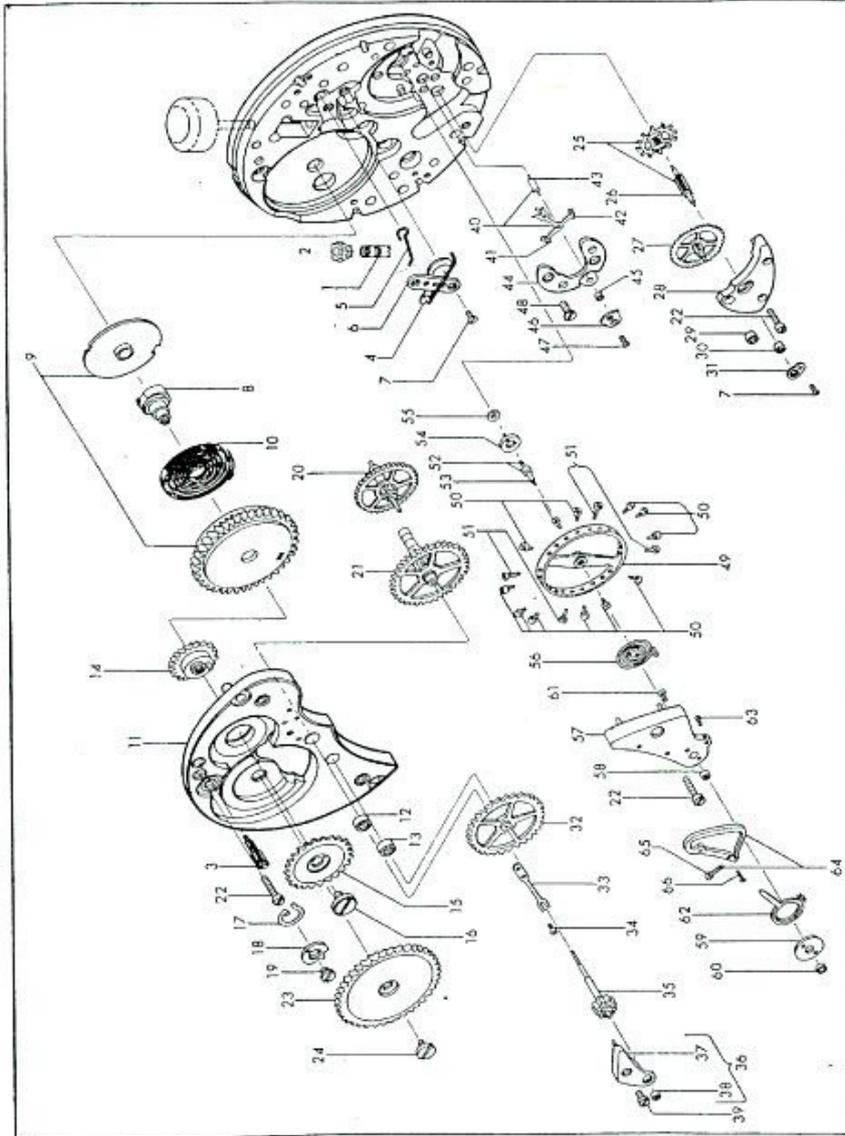


Figure 36 — Exploded View of Train Side

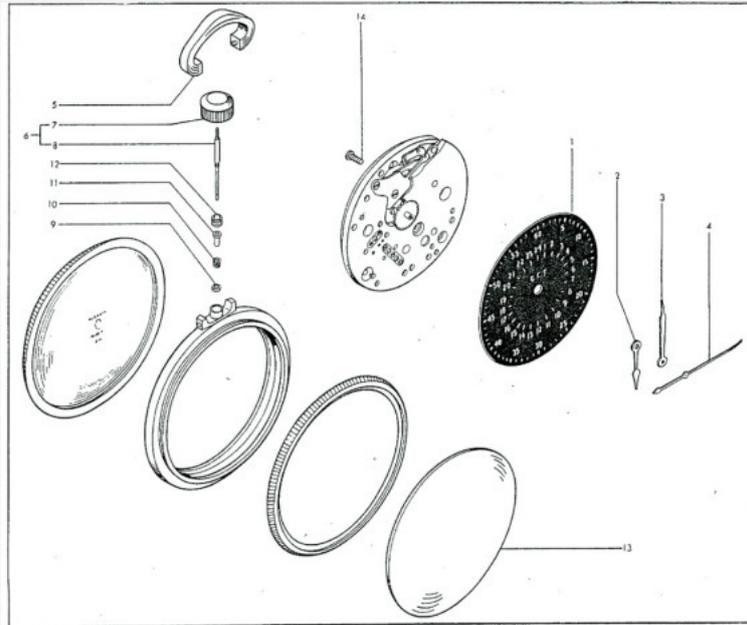


FIGURE & INDEX NUMBER	PART NUMBER	1	2	3	4	5	6	7	NOMENCLATURE	UNITS PER ASSY.
36-47	2784								Screw-Pallet upper endstone cap	1
48	35768								Screw-Pallet bridge	2
	33000								Balance assembly-Complete	1
49	10003								Wheel-Balance subassembly	1
	010149								Wheel-Balance	1
50	25748								Screw-Balance wheel, 8.00 mg weight	2
50	25754								Screw-Balance wheel, 9.00 mg weight	8
50	25759								Screw-Balance wheel, 10.75 mg weight	2
51	6751								Screw-Balance meantime regulating	4
52	35320								Hub-Balance wheel complete with staff	1
	035320-1								Hub-Balance wheel	1
53	35224								Staff-Balance	1
54	4133								Roller-Large complete with jewel pin	1
	04133-1								Roller-Large	1
	025106								Pin-Jewel	1
55	35104								Roller-Small	1
56	33002								Spring-Hair complete	1
	033002-1								Spring-Hair	1
	035105								Collet-Hairspring	1
	06121								Pin-Hairspring collet	1
	020606								Stud-Hairspring	1
	06121								Pin-Hairspring stud	1
	033011A								Cock-Balance complete with 2 jewels	1
57	33011								Cock-Balance	1
	035794								Pin-Steady	2
58	35009								Setting-Balance upper complete with jewel	1
	035009-1								Setting-Balance upper	1
	0222								Jewel-Olive hole	1
59	35193								Cap-Balance upper endstone complete with jewel	1
	035193-1								Cap-Balance upper	1
60	35575								Setting-Balance upper endstone complete with jewel	1
	035575-1								Setting-Balance upper endstone	1
	0231								Jewel-Endstone	1
61	35814								Screw-Balance upper endstone cap	2
62	35339								Regulator-Complete with pins	1
	035120								Pin-Regulator	2
63	1770								Screw-Hairspring stud	1
22	35760								Screw-Balance cock	1
64	35064								Spring-Regulator complete with regulating screw	1
65	6780								Screw-Regulating	1
66	35781								Screw-Regulator spring	2
35-17	35215								Pinion-Cannon	1
35-18	33033								Wheel-Hour	1
37- 1	50079								Dial-Complete with feet	1
	06776								Foot-Dial	3
2	33042								Hand-Hour	1
3	33043								Hand-Minute	1
4	33044								Hand-Center seconds complete with pipe	1
	07041								Pipe-Center seconds	1
	033051								Case-Complete with crown and dustproof stem	1
	033052								Ring-Case	1
5	218-E								Bow-Case (Keystone Watch Case No.) (Hamilton No. 33056)	1
6	33057A								Crown-Complete with stem	1
7	33057								Crown-Case	1
8	35231								Stem-Winding	1
9	33060								Ring-Spring seat	1
10	33061								Spring-Helical	1
11	33059								Sleeve-Seal dustproof	1
12	33058								Plug-Seal dustproof	1
	033053								Back-Case	1
	033054								Bezel-Case	1
13	MI-EMP 435-436-437-HT4								Crystal-Case (K-D Crystal Corp.) (Hamilton No. 33055)	1
14	35756								Screw-Case	2
	AN5740								Watch-Master Navigation (Hamilton No. 33106) (Former Model 4992B)	1

## Cronometria in Germania: Glashütte



Glashütte è una cittadina della Sassonia con antica tradizione nella lavorazione dei metalli. Si deve all'iniziativa di Ferdinand Adolph Lange che, nell'ultimo quarto del XIX secolo, dette inizio ad una fabbrica d'orologeria di precisione.

Nel 1934 la produzione di cronometri era in difficoltà. Le forze armate che erano state un importante acquirente di cronometri di alta classe negli anni antecedenti alla prima guerra mondiale, in seguito alle perdite subite della Marina tedesca, dopo la guerra avevano diminuito di molto la domanda. Il consiglio comunale della città propose un programma per la produzione di 500 strumenti in cinque anni e nel luglio 1935 si tenne a Berlino una riunione che coinvolse i ministeri della guerra, dei trasporti, dell'istruzione e dell'aviazione, con il contributo dei produttori di meccanica e ottica e del Reichsinstitut Deutsche Seewarte (Osservatorio meteorologico navale). L'obiettivo del terzo Reich era di modernizzare ed aumentare la produzione dei cronometri.

Di conseguenza le forze armate tedesche furono indirizzate a censire e valutare lo stato dei cronometri posseduti, decidendo poi di dismettere circa il 65% di questi e principalmente quelli inglesi.

Intanto Arthur Lange e Son svilupparono un loro cronometro, un classico cronometro marino con *spring detent*, conoide e catena.

Intorno al 1940, si sviluppò il progetto del cronometro Deutsche-Einheits o cronometro standard tedesco messo in produzione da Gerhard Wempe di Amburgo, che aveva rilevato la *Hamburger Chronometerwerke GmbH* dai costruttori navali della città, nel 1938.

Le finalità principali del progetto erano le seguenti:

- indipendenza dall'estero
- Standardizzazione dei componenti, compresi ingranaggi e viti
- Abolizione dei materiali più costosi come l'impiego del mogano nelle scatole
- impiego del bilanciere Guillaume (già utilizzato da Lange & Son sin dal 1907 ed eseguito da Richard Griessbach di Glashütte)
- Analisi sui vantaggi e svantaggi dei cronometri con scappamento ad ancora (manutenzione, onde d'urto, resistenza all'immersione, costi, lavoro aggiuntivo e tempo, ecc.)

I "padri" di questo cronometro furono Ernst William Meier e Friedrich Leutert. I "chief designer" erano John Schwarzer e Herbert Müller.

Wempe iniziò la produzione del cronometro *Einheits* nel 1942 in associazione con A. Lange and Son. La produzione di pezzi era ripartita tra le due aziende. In tutto ne furono realizzati circa 2750.

I disegni nella pagina successiva provengono da Johannes Altmeppen - Herbert Dittrich autori del libro "*The German Unity Chronometer - Chronometer for Navy and Air Force by Wempe, A. Lange & Söhne, Poljot*" che ne racconta la nascita.





*Cronometro standard in dotazione alla Marina del Terzo Reich*

Già nel 1933 A. Lange & Söhne avevano ricevuto l'ordine di produrre un modello di prova con le seguenti caratteristiche:

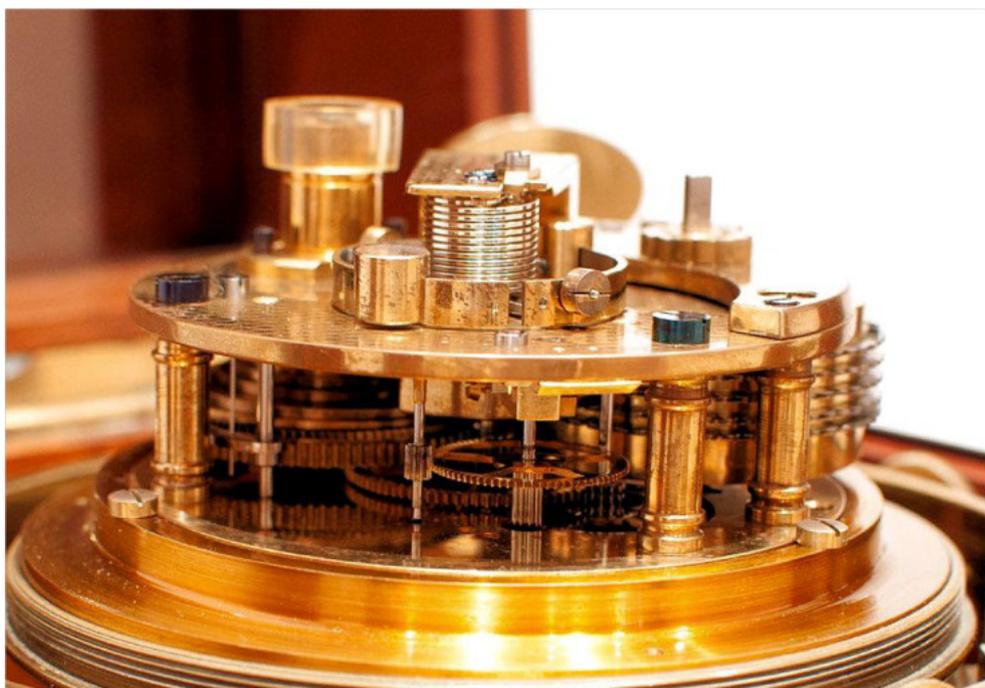
- scappamento ad ancora con bilanciere e spirale della stessa dimensione del *detent*,
- invece di 56 ore, riserva di carica di sole 36 ore
- senza conoide e catena,
- possibilità di posizionare le lancette dall'esterno, in modo che il coperchio con il vetro non debba essere rimosso durante l'impostazione delle lancette.
- Al posto dell'anello cardanico, dovrebbe esserci solo una sospensione
- Attenzione alla semplificazione del lavoro.



*1938 - Prototipo di cronometro disegnato da Friedrich Leutert, firmato sul quadrante: Herbert Wempe,*



*Movimento del cronometro  
Deutsche-Einheits 1943*



*Movimento di Mercer dello  
stesso periodo*

Il confronto tra la qualità ed il grado di finitura fra i due movimenti è senza dubbio a favore di quello dell'inglese Mercer. Questo spiega i tempi più lunghi di produzione ed i numeri più bassi di cronometri prodotti. Purtroppo in un periodo in cui la disponibilità dello strumento era prioritaria anche

rispetto alla funzionalità ed all'estetica, questo diventa un fattore negativo.

### **Il cronometro ad ancora del Terzo Reich**

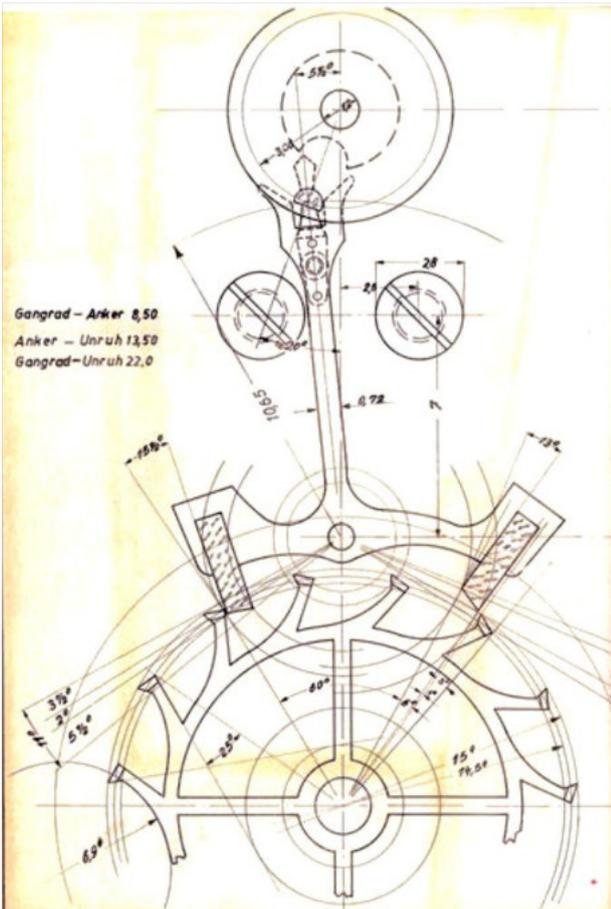
Nel verbale della riunione del comitato di lavoro per i cronometri marini del 26 ottobre 1942 si afferma: "Su suggerimento del capo del comitato, dott. Witthöft, l'OKM (Oberkommando der Kriegsmarine) ha dichiarato la propria disponibilità a ricevere anche cronometri con scappamento ad ancora.



La proposta è stata avanzata perché la produzione di cronometri ad ancora significherebbe un risparmio di manodopera del 20% rispetto ai cronometri a *detent*. Questo risparmio si ottiene eliminando alcuni o e facilitando la regolazione. Tuttavia, l'OKM ha imposto la restrizione che i cronometri ad ancora dovrebbero essere utilizzati solo su navi esposte a forti vibrazioni. Inoltre, l'OKM concorda sul fatto che i cronometri ad ancora siano forniti alle navi mercantili,

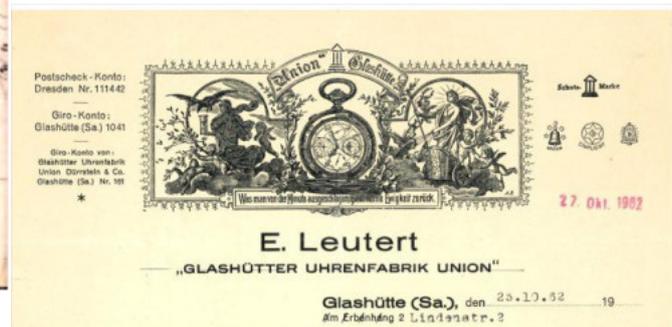
anche se va ricordato che solo l'Osservatorio navale tedesco decide su eventuali consegne alla marina mercantile.”

Lo strumento fornito era il cronometro ad ancora di calibro standard, durata di carica di 56 ore. Quest'orologio veniva eseguito su richiesta rivolta alla società Leutert.



Le foto mostrano il movimento del cronometro ad ancora prodotto da Leutert, il disegno di progettazione ed alcune parti.

L'azienda LEUTERT è stata fondata nel 1941 da Friedrich Leutert, un orologiaio di professione ed un ingegnere di talento. La maggior parte dei primi prodotti come cronometri e strumenti di navigazione per l'industria navale sono stati progettati da lui.



Testata di una lettera commerciale dove si rileva che la Leutert continuò a costruire orologi dopo la distruzione dello stabilimento di Amburgo nel 1943, operando ad Erbendorf, nell'ambito dell'associazione di orologiai di Glashütte.

## Glashütte, ponte per la cronometria sovietica

Sino alla Rivoluzione d'Ottobre, la manifattura inglese di Kullberg forniva i movimenti dei cronometri alla Russia zarista. All'inizio degli anni Quaranta divenne invece la Ulysse-Nardin il maggior fornitore.

Di seguito vediamo un Ulysse Nardin deck watch, con scappamento *spring detent*, nella versione utilizzata dal Terzo Reich. L'altra foto è quella del movimento della stessa tipologia e la quarta, un Poljet deck watch.



Il cronometro navale russo del dopoguerra, MX6, è una replica del cronometro standard tedesco e, tuttavia, differisce dall'originale in alcuni punti.

Alla fine della seconda guerra mondiale, Glashütte era sotto il controllo sovietico e fu obbligata a produrre per i sovietici, come riparazione dei danni di guerra, 250 cronometri oltre a fornire una serie completa di macchinari e disegni per il cronometro Einheits, che consentì a Mosca la produzione dell'identico MX6

sovietico. La Russia iniziò la propria produzione intorno al 1950, utilizzando una delle linee tecniche allora esistenti per i cronometri.

Il *design* di questi strumenti sovietici è tradizionale e ha una forte somiglianza con quelli prodotti da Wempe ed Ulysse Nardin. Usano un *detent* regolabile molto simile nel *design* a quelli sperimentati da Dent e Poole; il bilanciere compensato con molla in palladio è del tipo sviluppato da Charles Edouard Guillaume. Le parti in ottone sono placcate in oro e le parti in acciaio, compresi i pignoni e le catene dei conoidi, sono cromate per proteggere dalla ruggine. Le prestazioni di questi strumenti sono molto buone: sono stati valutati ad un terzo di secondo al giorno ed, in buone condizioni, possono fare anche meglio. Erano per lo più prodotti con il nome Poljot (volo) sul quadrante, anche se occasionalmente si vedono altri nomi.



*1956 - Cronometro Poljot 2 giorni di carica*



*Detent con viti di regolazione e bloccaggio*

**Dati tecnici:**

\*Calibro: 85

\*Altezza del movimento: 39,8 mm

\*Diametro: 85 mm

\*Gioielli: 15 rubini, bilanciere - pietra di diamante o di rubino

\*Periodo del bilanciere: 0,5 secondi / 7200 bph

\*Deviazione di velocità:  $\pm 0,35$  secondi al giorno

\*Riserva di carica: 56 ore, indicatore di riserva di carica

\*Dimensioni: 320 x 260 x 234 mm (overcase)

\*Peso: circa 2,2 kg (circa 9 kg inclusa la cassa)

\*scappamento detent, spirale cilindrica in palladio, bilanciere Guillaume

\*movimento placcato oro.



*Foto del bilanciere e spirale di un M6X*

A Glashütte la produzione di cronometri fu ripresa nel 1951 in un'azienda nazionalizzata chiamata VEB Glashütter Uhrenbetriebe (Azienda di orologeria popolare), formata principalmente da A. Lange & Son e Mühle & Son. Questa azienda riprese a produrre cronometri con un *design* prebellico che differiva per alcuni aspetti dal cronometro Einheits e dall'MX6 sovietico. La produzione cessò intorno al 1978, prima della riunificazione della Germania.



## Alta precisione ma non cronometri.

In un orologio da persona uno scappamento ad ancora, se il movimento è di eccellente qualità, è in grado di dare prestazioni equivalenti a quelle di un cronometro con scappamento *detent* del XIX secolo (*Daniels-Watchmaking pag. 234*). Il movimento ad ancora è infatti robusto, meno sensibile nel trasporto e più facile da costruire e regolare. Tuttavia anche se un orologio con tale scappamento è in grado di assicurare livelli elevati di precisione, non può tecnicamente essere chiamato cronometro. Questa definizione è infatti assegnata a movimenti con conoide e con scappamento a *detent* e che abbiano superato la certificazione di un Ente riconosciuto. Regola che però è stata elusa, anche parzialmente, da diversi marchi e molti sono svizzeri. Qui ne voglio citare alcuni ricordando anche che la Patek Philippe ne ha prodotto solo tre con queste caratteristiche (due hanno lo scappamento *spring detent* e l'altro quello *pivoted detent*). Più prolifica è stata la Ulysse Nardin che per i *deck watch* utilizzò scappamenti ad ancora ma anche *pivoted detent*. Vediamo invece alcuni *deck watch* con scappamento ad ancora ed i marchi associati.

### Longines

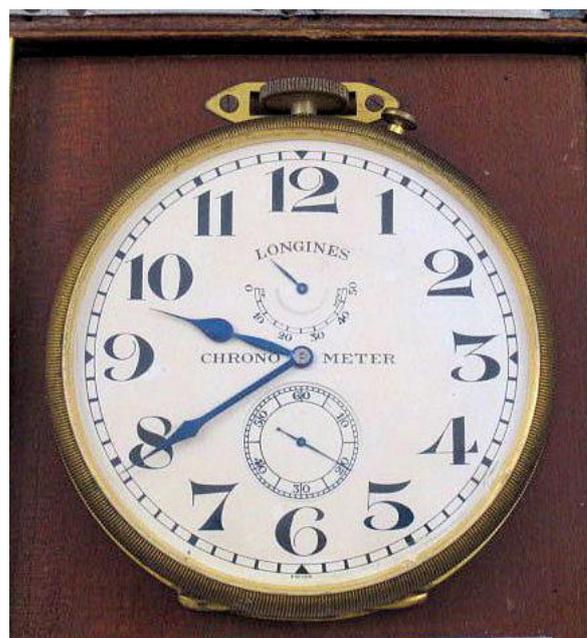
Nel 1888 la Longines produsse un primo orologio da usare come *deck watch*, battezzato **chronometre** basato su un raffinato movimento di 21 rubini: il calibro 21.59 derivato da un calibro precedente.



*Il calibro 21.59*

In basso il calibro 24.41, scappamento ad ancora e con 8 giorni di carica, della Longines distribuito in America dalla Wittnauer e proposto anche come *deck watch*.

*Scappamento ad ancora, bilanciere bimetallico compensato, calibro 24.41 (17 rubini) diametro 52.80, altezza 12 mm. Regolatore di precisione, 8 giorni di carica ed indicatore della riserva.*





24.41 8 Jours, à Clef



24.99 Chronomètre

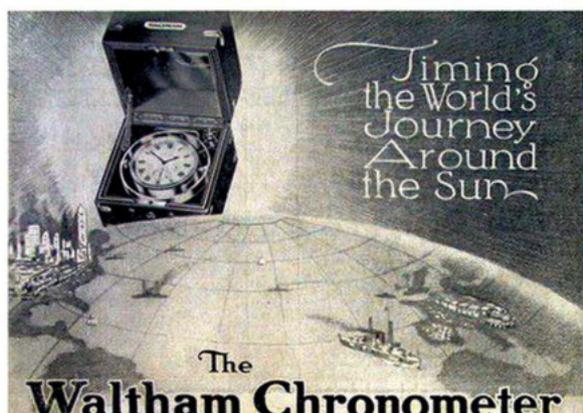


Questo calibro della Longines, scappamento ad ancora con bilanciere Guillaume, di cui sono stati realizzati solo 12 esemplari, è stato appositamente progettato per i test di Osservatorio.

A parte l'enorme dimensione del movimento, 65 mm, la caratteristica più sorprendente di questa costruzione è che la sezione dello scappamento, finemente rifinita, è progettata come un gruppo staccabile. I vantaggi di questo concetto sono la migliore gestione della regolazione della precisione e l'intercambiabilità dei componenti. Sono stati realizzati solo 12 prototipi e 11 di loro hanno preso parte alle competizioni di classe "A", *Chronometre de Bord*, all'Osservatorio di Ginevra ed al Laboratorio Nazionale di Fisica di Kew, alcuni nel 1933 ottennero 95,60 punti. (Dr Crott auction 106)  
La Longines usò nel suo modello 24.99 il bilanciere in Glucydur.

## Waltham

Nel 1916 la Waltham utilizzò un largo movimento (Mod.1910 del 1911) con carica 8 giorni e con indicatore di carica, come deck watch. In questa versione il modello base (doppio bariletto, scappamento ad ancora, 15 rubini, palette in zaffiro) aveva anche



**Timing the World's Journey Around the Sun**

**The Waltham Chronometer**

**Times the War Ships of Uncle Sam and Britain.**

Dreadnoughts of war guarding the gateways of nations; destroyers vigilantly roaming the seas in quest of their hidden prey; ocean leviathans that carry their passengers safely from shore to shore when peace reigns — these are guided in their activities by Waltham Chronometers.

No greater faith was ever shown in the precision of a timepiece than when the war governments of the United States, England and Canada placed their orders at Waltham. Faith based on tests which proved the reliability and precision of the Waltham Chronometer.

Waltham, the only watch factory in the world equipped to make Chronometers, is also supplying other timepieces for war work. Deck clocks, comparing watches, air-plane clocks, wrist watches, all made at Waltham, are doing their bit in helping the Allies go "over the top" to victory.

Visit the jeweler whose reputation stands highest for quality. Ask him to show you some of the Waltham models — for example, the Riverside. Here is a watch you will be proud to give or to own. Moderate in price, and made in five sizes — three for men and two for women.

The Riverside symbolizes that lofty ideal of fine watchmaking which has led the horological experts of the greatest nations to choose Waltham in preference to any other watch made in America — in preference also to the finest timepieces of Switzerland, England or France.

**WALTHAM**

THE WORLD'S WATCH OVER TIME

"Mention the Geographic — It identifies you."

un bilanciere Pennigton compensato e pivot su diamante.

Di questi orologi la Waltham ne costruì circa 774.000 con e senza indicatore della riserva di carica. Furono anche utilizzati come comparatori e, viste le larghe dimensioni, come orologi da cruscotto per auto ed aerei, ed anche come orologi da viaggio. Esistono due tipi di indicatore di carica: nel più antico, un punto rosso appare al settimo giorno di marcia, il secondo, più sofisticato, indica il livello di carica della molla.

Il movimento ha platine damascate in nickel, 15 rubini, regolato per la temperatura, bilanciere compensato, scappamento ad ancora *double roller*, regolatore di precisione a collo di cigno.



*Un'antica pubblicità della Waltham sull'uso in mare del mod. 1910 ed un orologio da cruscotto sempre dello stesso modello.*

# Ulysse Nardin



Questo marchio vanta una produzione di qualità nella cronometria marina ed oltre a produrre cronometri marini e *deck watch* con scappamento *detent*, produsse quest'ultima tipologia con scappamento ad ancora. Oggi riprende una produzione del 1950 con il nome *Torpilleur* (torpediniera) con un chiaro uso marino, ne esistevano diverse versioni come indicato anche nella pubblicità accanto.

Cronometro ad alta precisione. disponibile nelle seguenti varianti: in 22" o 24" (diametro del movimento 50 mm).

*“Con cassa in acciaio inox. Quadrante con cifre romane od arabe. Diametro quadrante: 43 o 54 mm. Con piccola lancetta dei secondi. Diametro 19 mm. Con o senza indicatore di svolgimento della molla da 0 a 36 ore; o con lancetta dei secondi al centro ma senza l'indicatore di carica. Con o senza protezione anti-magnetica. Con 18 o 21 rubini. Scappamento ad ancora 1/5 di secondo. Bilanciere Guillaume od acciaio/ottone, spirale antimagnetica. Con o senza bollettino dell'Observatoire Astronomique di Neuchâtel, regolato sul tempo medio o siderale. Cassetta con interno in mogano con o senza angoli in ottone. Cassetta di trasporto imbottita. Dimensioni della scatola interna: 11 x 14 x 7 cm.”*

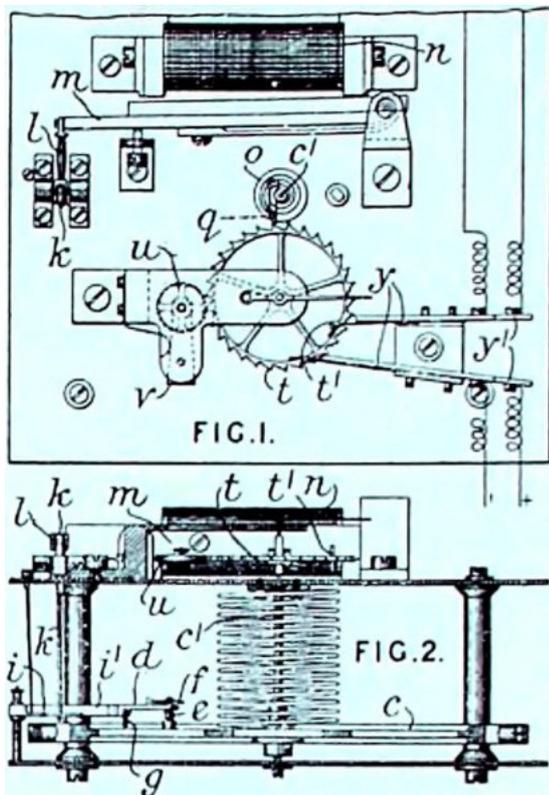


Foto movimento di un deck watch del 1950 ed una di un movimento anni '30.



## Cronometri elettro-meccanici

Agli inizi del secolo scorso le navi passeggeri non viaggiavano più a vela ma, mosse da turbine alimentate a carbone, godevano anche dei vantaggi dell'elettricità prodotta autonomamente per illuminare gli ambienti interni. Questa disponibilità avrà probabilmente indotto il ginevrino Campiche a brevettare un cronometro alimentato dall'elettricità e non più da un barileto con molla, catena e conoide. Sicuramente un bel risparmio di componenti.

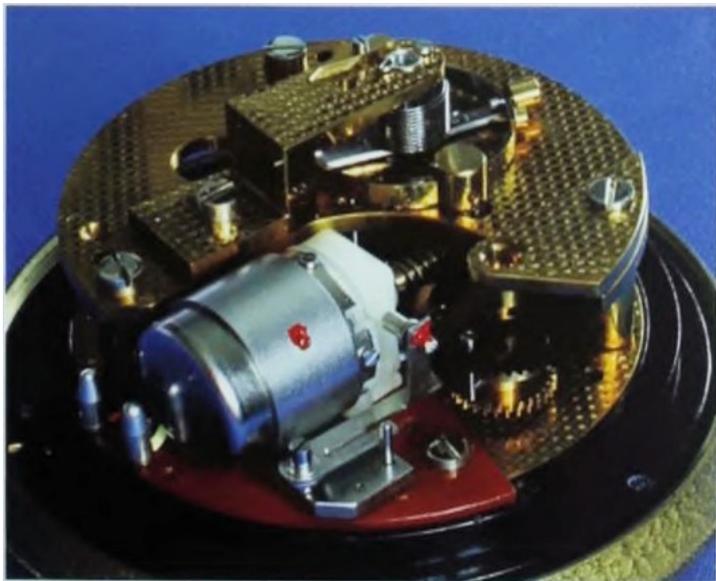


Il disegno<sup>4</sup> è tratto dal suo brevetto del 1904 (n°3449) mentre il movimento con platine circolari in metallo dorato, ha la parte inferiore su quattro colonne con un grande bilanciere compensato bimetallico tagliato, una lunga molla elicoidale in acciaio azzurrato con 25 spire, l'impulso avvio/blocco viene dato ogni 30 secondi direttamente alla ruota di scappamento. L'orologio ha una base in legno ebanizzato ed era coperto da una campana di vetro. Altezza 37 cm. In effetti, più che alla navigazione, il cronometro elettrico di Campiche era il master per governare gli altri orologi (*slaves*) della nave. Anche il noto costruttore di cronometri Paul Ditisheim, ne fece uno simile, basandosi sul disegno di Campiche, ma anche questo non era adatto alla navigazione.

Il cronometro di L. Dubois

<sup>4</sup> Da Read David, *The marine chronometer in the age of electricity*

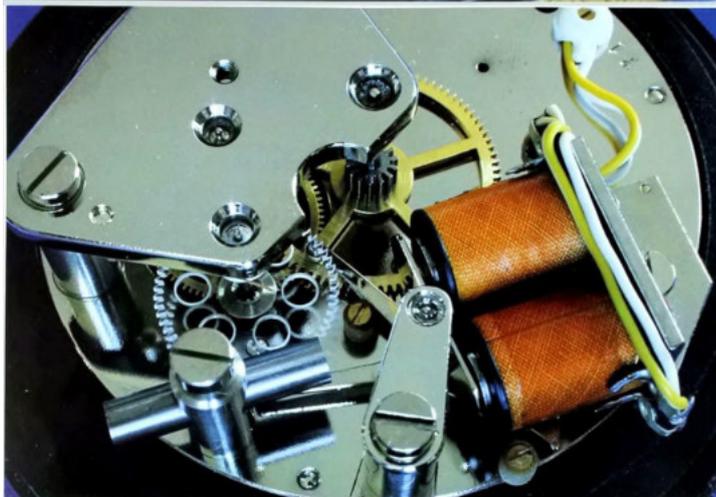
Infatti in questo sistema l'energia fornita al bilanciere è proporzionale alla corrente che passa dalla bobina dell'elettromagnete. Quindi in mancanza di stabilità della corrente ne avrebbe risentito anche l'entità di energia fornita al bilanciere. Un metodo migliore lo trovò per primo Louis Dubois che utilizzò un cronometro standard di Thomas Mercer privo di bariletto e conoide sostituiti da un sistema di ricarica della molla, alimentato da un elettromagnete, che interagiva sul treno orario.



I progressi nella miniaturizzazione dei motori elettrici consentirono alla Wempe d'iniziare, in Germania nel 1962, una produzione in serie del cronometro mod.907.

Ma se fino ad ora ho parlato di cronometri elettromeccanici in cui un piccolo motore elettrico è il sostituto della molla, mentre rimangono tutti gli altri organi meccanici, non è più così quando il quarzo sostituirà il bilanciere ed i ruotismi saranno soppiantati dai circuiti elettronici.

Ma qui con la fine dell'orologio meccanico, insieme alla caduta del mio interesse, s'interrompe la mia narrazione.



*Foto del Wempe mod.907 e del successivo mod.904 in cui la parte meccanica è limitata alla trasmissione del moto delle lancette ed a poche altre funzioni.*

Espressamente disegnato per il Service Hydrographique de la Marine Française, l'Omega al quarzo.



# Lo Scappamento Cronometro<sup>5</sup>.

---

Senza dubbio il "*detent*" od a scatto, oppure come viene solitamente chiamato lo scappamento cronometro, è il più perfetto di tutti i misuratori del tempo portatili. Sebbene il cronometro marino sia in un certo senso un orologio portatile, non è, come l'orologio da tasca, in grado di essere regolato in più posizioni.

Come tutti sappiamo, lo scappamento ad arresto e scatto è utilizzato negli orologi da tasca raffinati, anche se la tendenza generale dei produttori non è molto favorevole ad esso. Gran parte dei dubbi è dovuta alle difficoltà meccaniche presentate nel riparare gli scappamenti a cronometro quando il *detent* è rotto ed al fatto che non può essere regolato quando è in funzione<sup>6</sup>.

Avremo occasione di parlare più avanti di aggiustamenti di posizione per quanto riguarda lo scappamento del cronometro.

## I vantaggi dello scappamento cronometro

Passeremo ora a considerare brevemente i vantaggi che lo scappamento ad arresto ha su tutti gli altri. Si scoprì presto nella costruzione di orologi portatili, che per ottenere i migliori risultati le oscillazioni del bilanciere dovevano essere il più possibile libere da qualsiasi controllo od influsso, tranne che nei momenti in cui riceveva l'impulso necessario per mantenere le vibrazioni ad un arco costante. La ricerca di questa libertà d'oscillazione ha indubbiamente portato all'invenzione dello scappamento a *detent*. I primi scappamenti erano tutti a contatto, cioè il bilanciere non era mai esente dall'influenza del treno. Lo scappamento a verga, che fu senza dubbio il primo impiegato, era costantemente in contatto con la ruota di scappamento, ed era quello che è noto come il "colpo di rinculo", cioè il contatto delle palette provocava effettivamente il rinculo o l'inversione della ruota di scappamento. Alcuni scappamenti erano troppo influenzati dal treno e qualsiasi aumento di potenza faceva avanzare di molto l'orologio. Il primo tentativo di correggere questa imperfezione portò all'invenzione e all'introduzione del conoide, che consentiva all'orologiaio di ottenere da una molla avvolta attorno ad un asse, una potenza quasi costante durante l'intero periodo di azione.

Il passo successivo fu lo scappamento di tipo "*dead-beat*", che includeva quello a cilindro ed il duplex.

In questi scappamenti a contatto, l'asse del bilanciere bloccava il treno mentre il bilanciere eseguiva la sua oscillazione.

## La predilezione verso gli scappamenti a contatto

Questi scappamenti hanno avuto il favore di molti eminenti orologiai anche dopo l'introduzione degli scappamenti liberi. E' più che naturale chiederci il perché.

L'idea dei sostenitori degli scappamenti a contatto era che l'attrito del dente fungesse da *correttivo* e portò senza dubbio all'introduzione degli orologi con bariletto. Per capire: supponiamo che in un orologio a cilindro si aumenti la forza motrice, tale aumento di potenza non aumenterebbe, come nello scappamento a verga, la frequenza delle oscillazioni, la marcia dell'orologio potrebbe addirittura rallentare a causa dell'aumentato attrito del dente della ruota di scappamento sul cilindro; invece nello scappamento *duplex* l'attrito del dente di bloccaggio sull'asse, ritarda le oscillazioni.

Il Dr. Hooke, ritenuto uno degli inventori della molla spirale del bilanciere, scoprì presto che questo poteva essere regolato fino all'isocronismo, cioè in modo da formare una diversa estensione nello stesso arco di tempo. Naturalmente, lo scappamento a contatto richiede che una molla possieda proprietà diverse da quella che sarebbe isocrona con uno scappamento perfettamente libero. Ma anche questi due scappamenti ad attrito si comportano in modo differente: il duplex richiede altre proprietà da ciò che rende isocrona una molla per lo scappamento a cilindro. Sebbene orologi da tasca con scappamento duplex e cilindro con bilancieri compensati per caldo e freddo e molle del bilanciere regolate all'isocronismo dessero ottimi

---

<sup>5</sup> Traduzione con note integrate da *The Project Gutenberg eBook, Watch and Clock Escapements, by Anonymous*  
[https://ia802606.us.archive.org/16/items/watchandclockesc17021gut/17021-h/17021-h.htm#Page\\_131](https://ia802606.us.archive.org/16/items/watchandclockesc17021gut/17021-h/17021-h.htm#Page_131)

<sup>6</sup> Questo non è più vero nei cronometri meccanici di generazione più recente (il testo è stato pubblicato nel 1904).

risultati, i costruttori attenti erano convinti che uno scappamento in cui il bilanciere fosse a distacco (libero di agire durante la maggior parte dell'arco di vibrazione e non impedito per qualsiasi causa) avrebbe portato ad un maggiore isocronismo. Questo ha portato allo scappamento a *detent*.

### **Difetti dello scappamento a *detent***

Come affermato in precedenza, lo scappamento ad arresto presentando difetti di misura del tempo a seconda delle posizioni, è probabile che non sarebbe mai stato impiegato in alcun modo negli orologi da tasca se non avesse acquisito una così alta reputazione nei cronometri marini. Analizziamo ora le influenze che circondano lo scappamento ad arresto in un cronometro marino e prendiamo in considerazione le cause che concorrono a renderlo un misuratore del tempo accurato, ed osserviamo anche le altre cause che interferiscono sui risultati desiderati.

Per prima cosa, pensiamo ad un bilanciere con la sua molla come quello che troviamo nei raffinati cronometri marini. Ha piccoli perni che scorrono in fori con rubini molto levigati; tali perni sono perfettamente cilindrici e non più grandi di quanto sia assolutamente necessario per adempiere al compito loro imposto: equilibrare, in ogni punto del percorso, il peso della bilanciere ed assicurare una facile oscillazione.

Per fornire le oscillazioni è montata una molla, solitamente di forma elicoidale, disposta in modo da far tracciare al bilanciere degli archi, avanti ed indietro, della stessa durata *ma sempre di uguale estensione*.

Va ora osservato come operiamo per rendere questi archi di uguale durata, per esempio rendere gli archi più lunghi più corti o più veloci e per sincronizzarli. Possiamo facilmente comprendere che avendo stabilito una misura perfetta di brevi intervalli di tempo, possiamo anche vedere se possiamo mantenere costanti queste oscillazioni dovremmo saper calcolare gli archi di tempo con grande precisione.

Le condizioni che circondano il nostro bilanciere sono molto costanti, i *pivots* girano in fori su pietre dure e lubrificati con un olio su cui l'esposizione all'azione dell'aria ha scarso effetto, rimangono solo pochi elementi che possano interferire con il regolare agire del nostro bilanciere. Se aggiungiamo anche una correzione regolabile per i disturbi del caldo e del freddo, siamo convinti che rimanga poco che si possa aggiungere.

### **Le influenze antagoniste**

In questa struttura abbiamo contrapposto due forze antagoniste, vale a dire: l'elasticità della molla e il peso e l'inerzia del bilanciere. Entrambe le forze sono teoricamente costanti e dovrebbero produrre risultati costanti. La parte meccanica del problema consiste semplicemente nel fornire a queste due forze strutture perfette per agire l'una sull'altra e costringere ciascuna a realizzare il suo pieno effetto. Dobbiamo anche escogitare mezzi meccanici per registrare la durata di ogni conflitto, cioè la durata di ogni oscillazione.

Molti anni sono stati spesi nella sperimentazione per arrivare alle migliori proposte da impiegare per le varie parti per ottenere i migliori risultati pratici. Di conseguenza, nella progettazione di uno scappamento a cronometro non dobbiamo solo disegnare le parti in una certa forma, ma considerare anche la qualità e il peso del materiale da impiegare.

Per illustrare quanto appena detto, supponiamo, nel disegnare una ruota di scappamento, non solo di delineare l'angolo corretto per la faccia che agisce sul dente, ma dobbiamo anche prendere atto dello spessore del dente. Per spessore si intende la misura dell'estensione del dente in direzione dell'asse della ruota di scappamento. Un dente della ruota di scappamento potrebbe essere della forma migliore per agire nel trasmettere potenza al bilanciere e tuttavia, se fosse troppo sottile, avrebbe una rapida usura oppure produrrebbe un attrito eccessivo.

Quanto spesso dovrebbe essere una ruota di scappamento per produrre i migliori risultati, è una delle tante questioni risolte solo dall'esperienza effettiva sul banco di lavoro.

### **Fattori che bisogna considerare**

Ma anche questa esperienza è in ogni caso modificata da altri elementi.

Per illustrarli supponiamo che nel normale cronometro marino i denti della ruota di scappamento esercitino una data forza media, che stabiliamo come tanti grani.

Ora, se per una ruota di scappamento dovessimo impiegare materiale diverso dall'ottone temprato a martello, se ne modificherebbe lo spessore; oppure se dovessimo diminuire la forza motrice ed aumentare

l'arco dell'impulso. Ma anche se dovessimo diminuire l'estensione dell'arco di impulso e aggiungere alla forza motrice, ogni cambiamento influirebbe.

Nei modelli che utilizzeremo, è nostro scopo seguire le proporzioni che sono state adottate dai nostri migliori creatori, sotto tutti gli aspetti, compresa la forma, le dimensioni e il materiale. Diremmo però che negli ultimi vent'anni c'è stata poca differenza con i principali produttori di cronometri marini per quanto riguarda il principio generale su cui sono stati costruiti. Lo scopo principale rimane quello di eccellere nella perfezione delle varie parti e nella attenzione nei vari aggiustamenti.

Ma prima di procedere con i dettagli della costruzione di uno scappamento cronometrico, sarebbe meglio conoscere i nomi delle varie parti. Mostriamo in Fig. 136 una vista completa di uno scappamento cronometrico come viene visto dal retro, che è in realtà la faccia sotto il quadrante della "platina superiore". Lo scappamento del cronometro è costituito da quattro parti principali:

la **ruota di scappamento**, una parte della quale è mostrata in A; il **rullo ad impulsi** B; il **rullo di sbloccaggio** o scarico C, ed il **fermo** (*detent*) D.

Queste parti principali sono costituite da sottoparti: quindi, la ruota di scappamento è composta dai raggi, dai denti, dall'incavo e dalla virola, dalla cavità più bassa della ruota di scappamento, che ci consente di ottenere azioni a denti larghi sulla paletta d'impulsione. La virola è una boccola di ottone su cui è fissata la ruota per offrire una migliore presa alla ruota di scappamento di quanto potrebbe essere ottenuto dalla estremità della ruota se agisse direttamente sull'asse del pignone. Il rullo ad impulsi è composto da una virola cilindrica in acciaio B, dalla paletta d'impulso *d* (alcuni la chiamano pietra d'impulso), l'incavo di sicurezza *b b*. Il diametro della virola di impulso è solitamente la metà di quello della ruota di scappamento. Il cilindro d'impulso è fissato direttamente sull'asse del bilanciere, e la precisione della sua posizione è garantita dall'appoggio al piede della sezione minore dell'asse del bilanciere. Ciò sarà meglio compreso esaminando la Fig. 137, che è una sezione verticale dell'asse del bilanciere di un cronometro. Il lato

inferiore del rullo d'impulso essendo a coppa in *c*, smerigliato con sfera abrasiva e rifinito con sfera a lucidare.

Si nota che il rullo di impulso è appoggiato piatto contro il mozzo *E* del bilanciere. Il rullo di sblocco, o, come viene anche chiamato, rullo di scarico, C, è

solitamente più sottile del rullo di impulso e ha una pietra simile a quella d'impulso *a* mostrato in *f*.

Questo rullo è montato a forza sulla parte inferiore dell'asse del bilanciere e per una maggiore sicurezza è dotato di un anello cilindrico *e* che circonda l'asse del bilanciere in *g*. L'anello *e* è solitamente appiattito sui lati opposti per consentire l'impiego di una chiave speciale per poter ruotare il rullo di scarico e regolare la pietra in modo da fermare lo scappamento nell'istante opportuno per consentire alla ruota di scappamento di agire sulla pietra d'impulso *a*.

Le parti che compongono il *detent* D sono costituite dal "piede del *detent*" F, dalla molla di *detent* h, dalla lama *i*, dalla pietra circolare *j*, dalla pietra di chiusura *s*, dal "corno" del *detent* *k*, dalla "molla d'oro" (detta anche molla ausiliaria e di sollevamento) *m*. Questa molla di sollevamento o d'oro

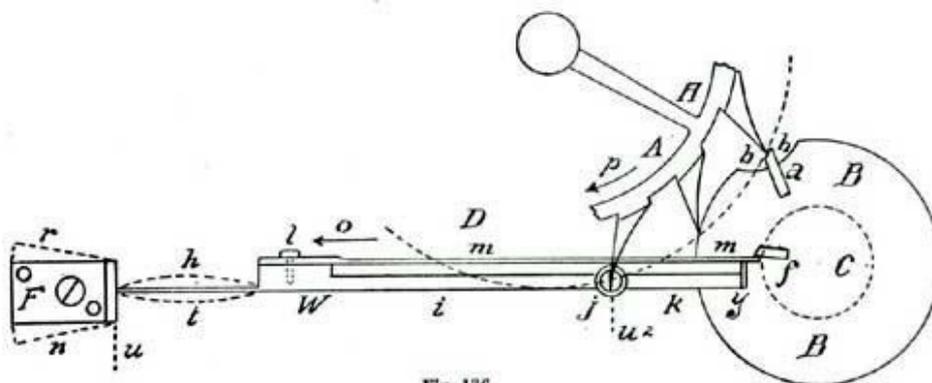


Fig. 136

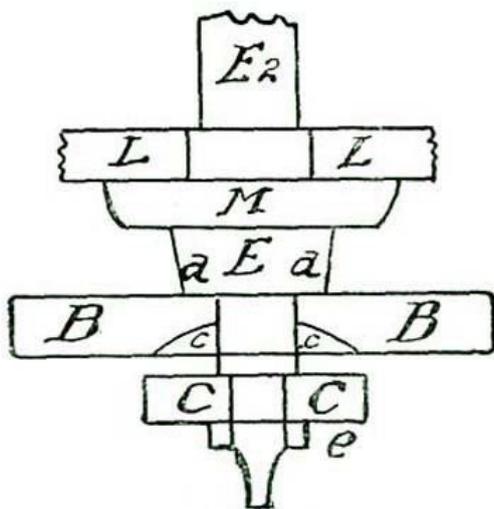


Fig. 137

$m$  dovrebbe essere resa il più leggera e sottile possibile e posizionata con molta cura.

Non possiamo far credere a chi legge che sia facile costruire un cronometro.

Pochissimi cronometri, anche quelli usciti dalle mani dei migliori creatori, non sono così semplici come potrebbe sembrare. In questa costruzione, dovremmo evitare che operai inesperti possano accedere ad un tale meccanismo.

Dovremmo essere influenzati solo dalla finalità di lavorare per ottenere i risultati migliori, ed è agendo così che potremmo dedicare il tempo necessario a stabilire un'idea corretta dei principi che sono alla base di un cronometro marino, invece di procedere direttamente alla disegno di un tale scappamento e dare regole empiriche per la lunghezza di questo o quel diametro.

Poiché, ad esempio, nel terminare la molla di arresto  $h$ , supponiamo di leggere nei libri di testo lo spessore della molla dovrebbe essere ridotto, in modo che il peso di un penny sospeso al tubo in rubino  $j$ , devia il fermo di  $\frac{1}{4}$ ".

Questa è una regola utile a chi lavora in una fabbrica di cronometri, ma per lo studente di orologeria tali regole fisse (anche se ricordate) sarebbero di scarsa utilità. Ciò che lo studente richiede è una solida conoscenza dei "perché", affinché possa essere in grado di capire questo scappamento

### Funzioni del *detent*

Possiamo vedere, dopo una breve analisi dei principi, che le funzioni richieste del *detent*  $D$  devono bloccare la ruota di scappamento  $A$  e tenerla mentre il bilanciere compie la sua escursione, e che il *detent* o la molla di recupero  $h$  devono avere forza e potenza sufficienti per svolgere due funzioni:

1. Riportare indietro la pietra di bloccaggio  $s$  nella posizione corretta per arrestare e trattenere la ruota di scappamento;
2. la molla  $h$  deve anche poter resistere, senza deformarsi o incurvarsi, alla spinta della ruota di scappamento, rappresentata dalle frecce  $p$  o.

Ora possiamo facilmente capire che più leggera rendiamo le parti  $ijk$   $m$ , più debole può essere la molla  $h$ .

Si può forse pensare che se la rendiamo troppo debole potrebbe piegarsi sotto la pressione della ruota di scappamento. Ma questo, a sua volta, dipenderà in larga misura dalle condizioni della molla  $h$ .

Supponiamo di averla tesa quando la mettiamo in posizione, non avrà quindi alcuno stress per tenerla premuta sulla vite di tenuta, ferma o *banking*<sup>7</sup>, che regola il bloccaggio del dente. Per ottenere questa sollecitazione mettiamo il piede  $F$  del fermo intorno alla posizione indicata dalle linee tratteggiate  $r$  ed  $n$ , e otteniamo la giusta tensione sulla molla del *detent* per effettuare il bloccaggio, o meglio del fermo in tempo per bloccare il ruota di scappamento; ma se la molla  $h$ , invece di essere perfettamente dritta, è piegata, di conseguenza non in grado di sopportare la spinta della ruota di scappamento, indicata dalle frecce  $o$  e  $p$ .

### Ottenere le migliori condizioni

Ora il vero modo per ottenere le migliori condizioni è dare alla molla  $h$  una curvatura prestabilita prima di metterla in posizione, e poi quando il fermo è nella posizione corretta la molla  $h$  avrà su di essa una tensione sufficiente da portare la pietra  $s$  contro la vite di arresto, che regola il blocco, ed essere comunque perfettamente dritta. Questa questione è di così tanta importanza che daremo ulteriori spiegazioni. Supponiamo di piegare la molla di arresto  $h$  in modo che sia curva sulla linea tratteggiata  $t$  (Fig. 136) e quindi il piede  $F$  assumerà la posizione indicata sulla linea tratteggiata  $r$ . Immaginiamo poi che il piede  $F$  venga messo nella posizione indicata dalle linee piene, la molla  $h$  tornerà dritta e in perfetta forma per resistere alla spinta della ruota di scappamento.

Piccoli "modi e metodi" come quelli sopra sono noti da tempo al settore, ma per qualche ragione non vengono mai menzionati nei nostri libri di testo. Una molla di arresto spessa  $2/1000$ " e larga  $80/1000$ "<sup>8</sup> sopporterà la spinta per qualsiasi cronometro marino ben costruito esistente, eppure non richiederà mezzo *pennyweight* per deviarlo di un quarto di pollice.

<sup>7</sup> **Banking screw** una vite regolabile in uno scappamento cronometrico per la regolazione della profondità del bloccaggio del dente di scappamento

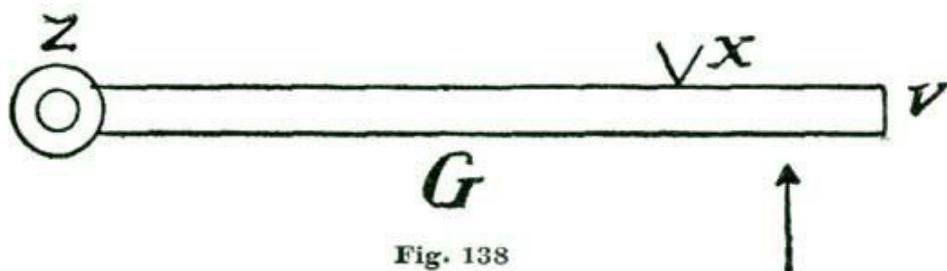
<sup>8</sup>  $2/1000$ " = 0,0508 mm ;  $80/1000$ " = 2,032 mm.

È buona norma fare in modo che la lunghezza del fermo dal piede  $F$  al centro della pietra cilindrica di chiusura  $j$  sia uguale al diametro della ruota di scappamento, e la lunghezza della molla del fermo  $h$  sia due settimi di questa distanza. La lunghezza del corno  $k$  è determinata graficamente e può essere tratta dal suo tracciato. L'estremità, tuttavia, dovrebbe avvicinarsi il più possibile alla pietra di scarico ed assolutamente non toccarla. La molla di scarico (d'oro)  $m$  è fissata alla lama  $i$  del fermo con una piccola vite  $l$  tagliata in un foro n. 18 di una placca svizzera.

Mentre ci dovrebbe essere un leggero aumento di spessore nella lama di arresto in  $w$ , dove è attaccata la molla d'oro, non dovrebbe comunque esserci altro che separare la molla d'oro  $m$  dalla lama di arresto  $i$ .

### Considerazioni importanti

È importante che la molla sia assolutamente libera e non tocchi il fermo tranne che nel suo punto di attacco in  $w$  e appoggi contro l'estremità del corno  $k$ , e l'estremità estrema di  $k$ , dove si trova la molla d'oro, dovrebbe essere solo ciò che possiamo definire un bordo di spessore. L'estremità del corno  $k$  (mostrata in  $y$ ) è quadrata, per avere una costruzione elegante, cioè la parte  $y$  gira ad angolo retto con  $k$  ed è resa più spessa di  $k$  e allo stesso tempo più profonda; oppure, per fare un paragone più semplice,  $y$  è come la testa di un chiodo, che sta tutta da un lato. Alcuni produttori piegano il corno  $k$  ad una curva e consentono all'estremità del corno di arrestare o fermare la molla d'oro; ma poiché è importante che l'intero fermo sia il più leggero possibile, l'estremità quadrata risponde meglio a questo scopo. Il fermo posto in  $j$  dovrebbe consentire l'arresto come rigettato dalla molla  $h$  nel "punto di percussione". Questo punto di percussione avviene in un certo punto della massa in movimento dove si produce il massimo sforzo e sarebbe da qualche parte vicino al punto  $x$ , in una barra  $G$  che ruota su un perno in  $z$ , Fig. 138. Sarà evidente, esaminando questo valore, se la barra  $G$  girasse al centro  $z$  non darebbe un impatto forte all'estremità  $v$ , in quanto parte della sua forza verrebbe spesa al centro  $z$ .



### Scelte provenienti dall'esperienza

L'esperienza insegna che il rullo d'impulso dovrebbe essere circa la metà del diametro della ruota di scappamento, e l'esperienza suggerisce anche che una ruota di scappamento di quindici denti ha il maggior numero di vantaggi; inoltre, che il bilanciere dovrebbe fare 14.400 oscillazioni in un'ora.

Accetteremo meglio queste proporzioni sapendo che ora sono quasi universalmente adottate dai migliori fabbricanti di cronometri. Benché sembrerebbe che queste misure siano state stabilite dai primi costruttori, in questi disegni ci limiteremo al piano grafico.

Nel disegno di dettaglio si consiglia l'impiego di una data scala, per esempio: di delineare una ruota di scappamento di 10 pollici di diametro. I disegni che accompagnano la descrizione sono, per comodità di copia, un quarto di questa dimensione. Con una ruota di scappamento di quindici denti l'arco di impulso è esattamente di ventiquattro gradi, e ovviamente l'estremità del rullo d'impulso deve intersecare quella della ruota di scappamento per lo stesso arco ( $24^\circ$ ). I cerchi  $A$   $B$ , Fig. 139, rappresentano le estremità di questi due parti, ed il problema in esame è individuare e definire la posizione dei due centri  $a$   $c$ .

Questi, ovviamente, non sono separati, la somma dei due raggi, es:  $5'' + 2\text{-}1/2''$  (nel disegno grande), poiché questi cerchi si intersecano, come mostrato in  $d$ . Considerato aritmeticamente, il problema è abbastanza difficile, ma graficamente abbastanza semplice. Dopo aver percorso la circonferenza  $A$  di raggio  $5''$ , tracciamo la linea radiale  $af$ , detta linea estendendosi oltre la circonferenza  $A$ .

### Determinare il centro dell'asse del bilanciare

Da qualche parte su questa linea si trova il centro dell'asse del bilanciare, il problema è individuare o stabilire questo centro. Ora è noto che i cerchi che definiscono le periferie della ruota di scappamento e del rullo di impulso si intersecano ad  $e^2$ . Possiamo stabilire sul nostro cerchio  $A$  dove avvengono queste intersezioni ponendo dodici gradi, metà dell'arco d'impulso, su ciascun lato della linea dei centri  $af$  su questo cerchio e stabilendo i punti  $e^2$ . Tali punti  $e^2$  essendo posti all'intersezione dei cerchi  $A$  e  $B$ , devono trovarsi alle rispettive distanze di  $5''$  e  $2-1/2''$  di distanza dal centro dei cerchi  $A$  e  $B$ ; di conseguenza, se impostiamo i nostri divisori a  $2-1/2''$  e posizioniamo una gamba in  $e$  e giriamo l'arco corto  $g^2$ , e ripetiamo questo processo quando una gamba dei divisori è impostata in  $e^2$ , l'intersezione degli archi corti  $g$  e  $g^2$  individuerà il centro del nostro asse del bilanciare. Ora abbiamo i nostri due centri stabiliti, le cui periferie sono nella relazione di 2 a 1.

Per sapere, nel cronometro che dovremmo costruire, l'esatta distanza a cui piantare i fori delle pietre per i nostri due mobili,  $es$ : ruota di scappamento e bilanciare, misuriamo attentamente sul nostro disegno la distanza da  $a$  a  $c$  (l'ultima che abbiamo appena stabilito) e facciamo il calcolo nella regola del tre, come segue: Se  $(10)$  è il diametro della ruota di scappamento disegnata ed è quello della ruota di scappamento reale così la distanza misurata sul nostro disegno corrisponde alla distanza reale nel cronometro che stiamo costruendo.

È bene usare grande cura nel grande disegno per ottenere grande esattezza, e fare questo grande disegno su un foglio di metallo. Questo corso è giustificato dal grado di perfezione a cui sono arrivati gli strumenti di misura dei nostri giorni. Si troverà la misura dell'arco del cerchio  $B$ , abbracciato tra le intersezioni  $e^2$ , che è di circa quarantotto gradi. Quanto di questo possiamo utilizzare nel nostro scappamento dipenderà molto dalla perfezione e dalla precisione della costruzione.

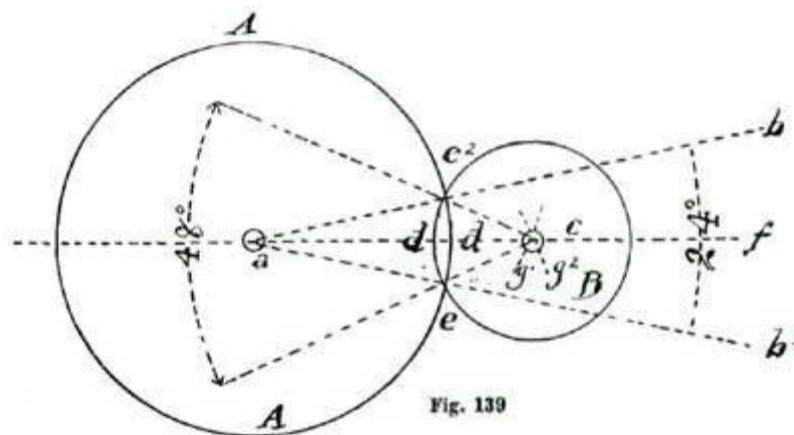


Fig. 139

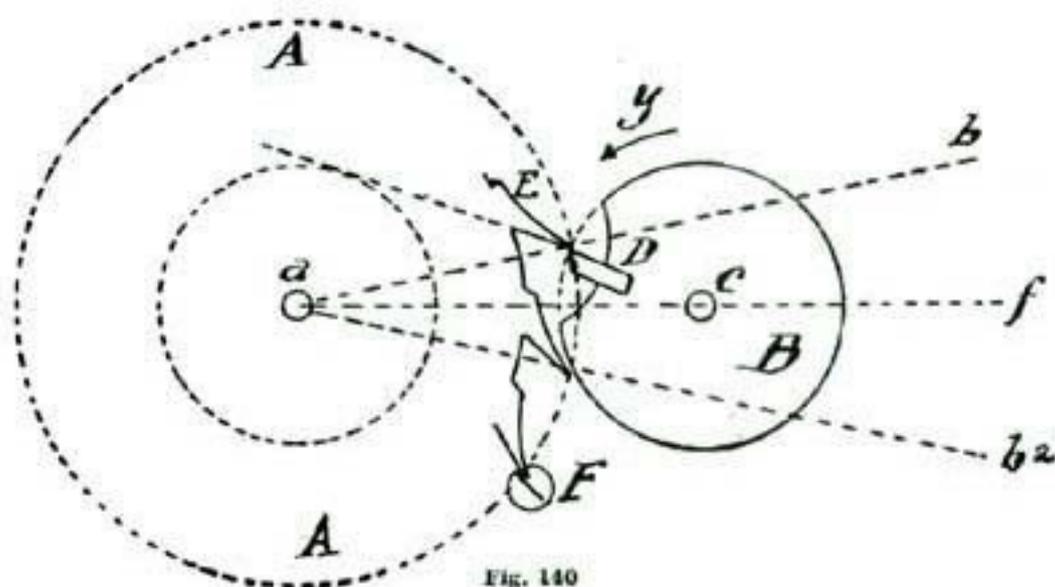
In Fig. 140 mostriamo tre denti di una ruota di scappamento, insieme alla pietra di bloccaggio  $E$  ed a quella d'impulso  $D$ . Ora, mentre teoricamente potremmo iniziare l'impulso non appena quest'ultima  $D$  si trova all'interno del cerchio che rappresenta il bordo della ruota di scappamento, invece, in pratica, dobbiamo tenere conto delle contingenze. Prima che sia sicuro che la ruota di scappamento attacchi la pietra d'impulso, questa deve trovarsi al sicuro all'interno di detta superficie della ruota di scappamento, affinché il dente attacchi ed agisca con la certezza di raggiungere il pieno effetto. Una buona dose di riflessione e studio può essere riservata con grande vantaggio al funzionamento di uno scappamento cronometrico. Esaminiamo le condizioni coinvolte. In Fig.140 mostriamo la pietra d'impulso  $D$  appena transita all'interno del cerchio del bordo della ruota di scappamento.

Ora le condizioni che ne conseguono sono queste: la ruota di scappamento è bloccata velocemente e perfettamente ferma, e nello sforzo di sbloccarsi deve prima girare all'indietro contro lo sforzo della molla principale; la forza della forza richiesta per questo sforzo è derivata dal bilanciare in cui è conservata, per così dire, la forza dagli impulsi impartiti al bilanciare dai precedenti sforzi della ruota di scappamento.

In effetti, il bilanciere al momento dello sblocco si muove quasi con la massima velocità periferica e, come detto sopra, la ruota di scappamento è ferma.

Un problema molto delicato riguarda l'impostazione della pietra di sblocco o scarica. Supponiamo prima di tutto di impostare la pietra di scarica in modo che il gioiello di blocco liberi il suo dente nell'istante esatto in cui il gioiello di impulso si trova all'interno della estremità della ruota di scappamento. Come appena affermato, la ruota di scappamento non solo è ferma, ma sta effettivamente tornando indietro nel momento in cui avviene il rilascio. Ora, è evidente che la ruota di scappamento richiede un tempo apprezzabile per avanzare e attaccare la pietra d'impulso, e durante questo tempo la pietra d'impulso si è spostata in avanti all'interno dell'arco *AA*, che rappresenta il bordo della ruota di scappamento. La corretta valutazione di questo problema è più importante nella costruzione dei cronometri di quanto avremmo potuto pensare in un primo tempo, di conseguenza, ci soffermeremo su di esso a lungo.

### Come posizionare la pietra di sblocco



Teoricamente, il dente della ruota di scappamento dovrebbe incontrare la pietra d'impulso nell'istante in cui entrambi si muovono con la stessa velocità. È evidente quindi che non ci può essere una regola speciale per questo, *es*: incastonare la pietra di sblocco in modo che liberi il dente esattamente nell'istante giusto, in quanto un treno cronometrico può essere molto più lento nel mettersi in movimento essendo pesante e goffamente costruito.

Facciamo un esperimento con un vero cronometro per illustrare il nostro problema. Per fare ciò rimuoviamo la nostra spirale e mettiamo il bilanciere in posizione. Se iniziamo a far girare il bilanciere nella direzione della freccia *y*, fig. 140, si sbloccherà lo scappamento e il bilanciere girerà rapidamente in una direzione e con velocità crescente finché, in effetti, la ruota di scappamento non ha che scarso effetto sulla pietra d'impulso; infatti, potremmo, applicando una fonte di energia esterna, ad esempio soffiare con un tubo sul bilanciere, e far passare la pietra d'impulso prima della ruota di scappamento; cioè il dente della ruota di scappamento non sarebbe in grado di catturare la pietra d'impulso durante l'intero arco dell'impulso. Supponiamo, ora, di posizionare in anticipo la nostra pietra di sblocco o scarica, cioè in modo che lo scappamento sia davvero sbloccato un po' prima che le parti incastonate si trovino nelle posizioni e nelle relazioni mostrate in Fig. 141. Nelle nuove condizioni la ruota di scappamento comincerebbe a muoversi e prenderebbe una velocità sufficiente per agire sulla pietra d'impulso non appena sia all'interno della bordo della ruota di scappamento. Se il bilanciere fosse ora ruotato lentamente, il dente della ruota di scappamento non incontrerebbe affatto la pietra d'impulso, ma cadrebbe nella cavità passante *n*; ma se

diamo al bilanciere una velocità elevata, il dente incontrerebbe di nuovo e agirebbe sul gioiello nel modo appropriato.

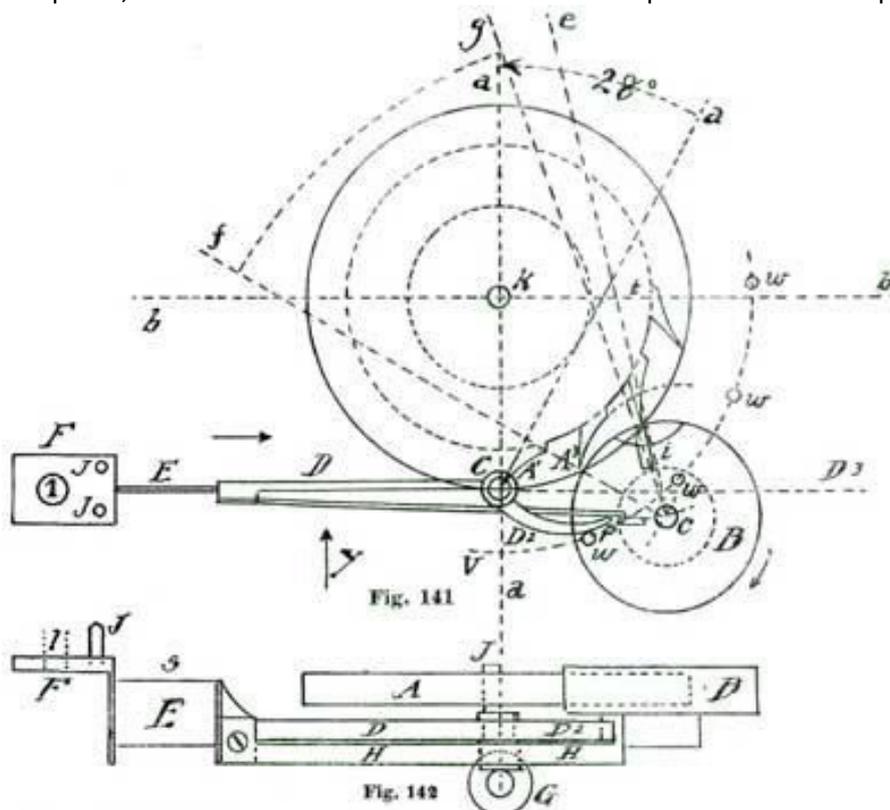
Gli esperti regolatori di cronometri possono dire, con il solo ascolto, se il dente della ruota di scappamento attacca correttamente la pietra d'impulso, cioè se entrambi si muovono con velocità simili.

Il suono che indica l'azione corretta viene dato solo quando il bilanciere ha il suo arco di vibrazione massimo, che dovrebbe essere di circa 1-1/4 di giri, oppure esegue un arco di 225 gradi per ogni escursione. La Fig. 142 è una vista laterale della Fig. 141 vista nella direzione della freccia *y*. Abbiamo menzionato un carrello a cui è attaccato il *detent*, ma non faremo alcun tentativo di mostrarlo nei disegni allegati, poiché in realtà non ha alcuna relazione con il problema in questione; cioè, per spiegare l'azione dello scappamento del cronometro, poiché il carrello si riferisce interamente alla comodità di impostare e regolare la relazione delle seconde parti. La dimensione, o meglio, diciamo, il diametro interno del tubo in C, Fig. 143, che contiene la pietra di chiusura, dovrebbe essere circa un terzo dello spazio di un dente e la pietra fatta per adattarsi perfettamente. Di solito, i gioiellieri hanno la tendenza a rendere questa pietra troppo fragile, tagliando troppo la parte posteriore dell'angolo di rilascio (*n*, Fig. 143).

### La migliore forma della pietra di blocco

Una forma pratica per la pietra di bloccaggio è mostrata in sezione trasversale in Fig.143. Nella costruzione è un pezzo di rubino o, meglio, zaffiro tagliato in modo da coincidere con il suo asse di cristallizzazione, in un primo cilindro pieno ben adattato al tubo C e rifinito con una riaffilatura, tagliando via quattro decimi della cilindro, come mostrato in I, Fig. 143.

Qui la linea *m* rappresenta la faccia di bloccaggio del gioiello e la linea *o* il gioco per liberare il dente di fuga, l'angolo in *n* essendo di circa cinquantaquattro gradi. Questo angolo (*n*) dovrebbe lasciare intatto l'arrotondamento della pietra, cioè l'arrotondamento dell'angolo dovrebbe essere lasciato e non eseguito dopo che le facce piatte *mo* sono state rettificate e lucidate. Lo spazio circolare in *I* è riempito con un perno di alluminio. Le dimensioni mostrate sono di circa le giuste proporzioni relative; ma ci sembra bene ripetere l'affermazione fatta prima, secondo cui il fermo a un cronometro non può essere reso troppo leggero.



La molla d'oro mostrata in H, Figg. 141 e 142, dovrebbe essere tanto leggera quanto coerente con la dovuta robustezza e può essere realizzata con il metallo composito utilizzato per gli oggetti artistici<sup>9</sup>, poiché l'unico vero vantaggio che si può trarre dall'impiego dell'oro è quello di evitare la necessità di applicare olio in qualsiasi parte dello scappamento. Se si impiega tale metallo in lega d'oro, dopo averlo martellato per dare la maggior elasticità possibile alla molla, l'oro viene limato, tranne dove la molla è in contatto con la pietra di scarica h. Abbiamo già menzionato l'importanza di evitare contatti ampi e piatti tra tutte le superfici agenti, come dove la molla d'oro poggia sul corno del fermo in p; anche dove il fermo si appoggia sulla vite di blocco, mostrato in G, Fig. 142. Secondo questo principio l'impatto della faccia della pietra che scarica con l'estremità della molla d'oro dovrebbe essere limitato ad una superficie tanto piccola da non produrre alcuna azione abrasiva. La molla d'oro ha la forma mostrata in Fig. 142 e perde, in una certa misura, sotto il tubo della pietra di chiusura, poco più della metà del tubo sotto la lama del fermo che viene tagliato, come mostrato in Fig. 143, dove le linee rr indicano l'estensione della parte del tubo che si appoggia alla vite di blocco G. Anche in questo punto, solo la superficie curva dell'esterno del tubo tocca la vite G, ancora una volta evitando il contatto con ampie superfici.

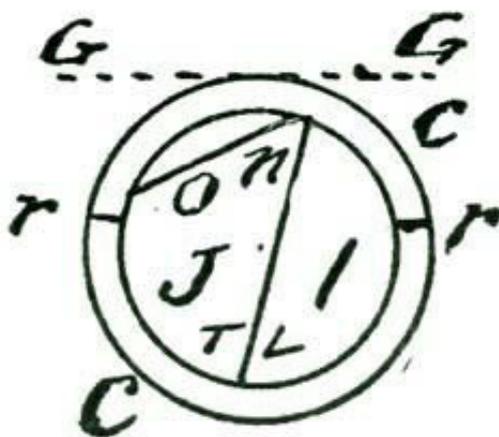


Fig. 143

Mostriamo la molla d'oro da sola in Fig. 144. Una leggera torsione o flessione viene data alla molla d'oro per farla piegare con una vera curvatura per consentire alla paletta di scarico di tornare indietro dopo lo sbloccaggio. Se la molla d'oro è limata e lisciata alla giusta flessione, cioè con il punto più sottile correttamente posizionato, la molla d'oro non rimarrà a contatto con la paletta di scarico più a lungo, o per un arco maggiore, durante il processo di sblocco. Per far comprendere meglio questa affermazione, supponiamo che la parte più debole della molla d'oro H sia opposta alla freccia y, Fig. 141, si comprenderà facilmente che il contatto della pietra scaricante h continuerebbe più a lungo che se il punto di massima (o più facile) flessione fosse più vicino al tubo C. Se l'estremità D2 del corno del fermo è tanto vicino quanto dovrebbe essere alla pietra di scarico, non c'è da temere ma lo scappamento sarà sbloccato.

Il corno D2 del fermo deve essere piegato fino a quando cinque gradi di movimento angolare del bilanciere sbloccheranno la fuga e il contatto della pietra di scarico h dovrebbe essere effettuato senza innestare l'attrito.

Questa condizione può essere determinata osservando se la pietra sembra scivolare verso l'alto (verso il tubo C) sulla molla d'oro dopo il contatto. Alcuni specialisti incastonano la pietra J, Figg. 143 e 141, in modo che il dente appoggi in prossimità della base; quelli che rivendicano questa strada hanno la tendenza ad evitare l'increspatura o l'instabilità della molla di arresto E. Inoltre impostano la pietra d'impulso leggermente obliqua, in modo da appoggiarsi sull'angolo opposto del dente. Il nostro consiglio è di posizionare le pietre sia nei punti corrispondenti all'asse del bilanciere, sia nelle parti mobili della ruota di scappamento.

<sup>9</sup> Vedi bronze-or in nota a fine testo sui materiali.

## La molla d'arresto

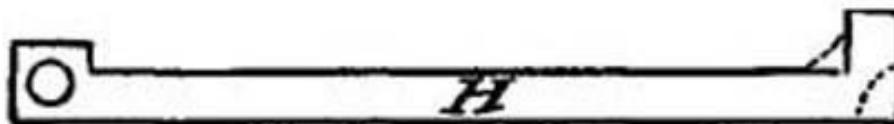


Fig. 144

Si noterà che abbiamo reso la molla di arresto *E* piuttosto ampia e l'abbiamo estesa ben al di sopra della lama del dente di arresto. Modellando il fermo in questo modo si annulla quasi tutta la tendenza della molla *E* ad incurvarsi. Vorremmo aggiungere a ciò che abbiamo detto riguardo all'incastonatura obliqua delle pietre. Non siamo in grado di comprendere il vantaggio di pietre a faccia larga e denti profondi quando non sfruttiamo le ampie superfici che affermiamo essere importanti. Garantiamo che con un fermo e una molla realizzati come mostriamo, non ci sarà alcuna tendenza ad incresparsi, o se c'è, sarà troppo debole per mostrarsi. Quelli che hanno avuto una prolungata esperienza con i cronometri non possono non aver notato una secrezione gommosa che si accumula sulle pietre d'impulso e di scarico di un cronometro, sebbene su di essi non venga mai applicato olio.

Immaginiamo che questo rivestimento sia derivato dall'olio applicato sui perni, che sicuramente evapora, passa in vapore, altrimenti l'olio rimanente non potrebbe diventare gommoso. Consigliamo, nell'incastonare i gioielli (intendiamo le pietre d'impulso e di scarico), di non impiegare più gommalacca di quanto sia assolutamente necessario, solo per la sicurezza del contatto con il metallo.

### Dettagli della costruzione

Diremo ora alcune parole sul numero di frequenze che un cronometro a scatola (da marina) deve fare per dare i migliori risultati. L'esperienza mostra che la costruzione lenta ma più perfetta ha stabilito che 14.400 hr, o quattro vibrazioni del bilanciere per secondo, sia il numero corretto, il peso del bilanciere, compresi i pesi della bilanciere e dei pesi mobili, è di circa 5-1/2 *pennyweights*<sup>10</sup>, e la curva di compensazione di circa 1-2/10" (30.48000 mm) di diametro. La ruota di scappamento, di 55/100" di diametro e incavata in modo da essere il più leggera possibile, dovrebbe avere una forza sufficiente per svolgere correttamente le sue funzioni.

Lo spessore o, più propriamente, l'estensione della faccia del dente, misurata nella direzione dell'asse della ruota di scappamento, dovrebbe essere di circa 1/20" (1.27 mm). L'incavo dovrebbe estendersi a metà del dorso radiale del dente verso *t*. La curvatura della parte posteriore dei denti è prodotta con lo stesso raggio del rullo di impulso. Per individuare il centro da cui è percorso l'arco che definisce la parte posteriore dei denti, dimezziamo lo spazio tra i denti  $A^2$  e  $a^4$  e stabiliamo il punto *n*, Fig. 141, e con i nostri divisori impostati per tracciare il cerchio che rappresenta il rullo d'impulso, percorriamo un arco passante per il punto del dente  $A^3$  ed *u*, individuando così il centro *w*. Dal centro *k* della ruota di scappamento tracciamo un cerchio completo, una parte del quale è rappresentata dall'arco *w v*. Per delineare gli altri denti poniamo una gamba dei nostri divisori in modo che coincida con la punta del dente e l'altra gamba sul cerchio *w v* e produciamo un arco come *z u*.

### Originale progettazione dello scappamento

Nel delineare il nostro scappamento cronometrico mostrato in Fig. 141 non abbiamo seguito alcun autorevole manuale, ma lo abbiamo disegnato secondo quei requisiti essenziali per ottenere i migliori risultati. Uno scappamento di qualsiasi tipo è solo una macchina e richiede semplicemente nella sua costruzione una combinazione di sani principi meccanici. Né Saunier né Britten, nelle loro opere, danno istruzioni per disegnare questo scappamento che reggerà ad un'attenta analisi. Non è nostra intenzione, tuttavia, criticare questi autori, a meno di non presentare metodi migliori e fornire sistemi corretti.

### Chiusure tangenziali

<sup>10</sup> Corrisponde a 8,55346 grammi

È stato oggetto di grande contesa tra i produttori di cronometri, ed anche degli scappamenti ad ancora, il tema che riguarda i vantaggi delle "chiusure tangenziali". Con questo termine si intende un bloccaggio come quello mostrato in *C*, Fig. 141, e si intende un fermo piantato perpendicolarmente ad una linea radiale all'asse della ruota di scappamento, detta linea radiale passa per la punta del dente della ruota di scappamento che appoggia sulla pietra di chiusura.

Negli scappamenti non tangenziali, il fermo viene spinto in avanti nella direzione della freccia *x* di circa mezzo dente. Britten, nel suo "*Hand-Book*", fornisce il disegno di un tale scappamento. Rivendichiamo che il vantaggio principale del bloccaggio tangenziale risiede nell'azione dei denti della ruota di scappamento, sulla pietra d'impulso ed anche sulla pietra di bloccaggio del *detent*.

Saunier, nel suo "*Modern Horology*", indica che l'inclinazione della parte anteriore dei denti della ruota di scappamento è ad un angolo di ventisette gradi rispetto a una linea radiale. Britten dice venti gradi e utilizza anche un bloccaggio non tangenziale.

Il nostro disegno è su un angolo di ventotto gradi, che è il più basso possibile, come dimostreremo.

Per stabilire l'angolo di un dente della ruota di scappamento tracciamo la linea *C d*, dal punto del dente della ruota di scappamento che poggia sulla pietra di bloccaggio mostrata in *C* con un angolo di ventotto gradi rispetto alla linea radiale *C k*. Abbiamo già discusso di come localizzare il centro del bilanciere.

Non mostreremo in questo disegno il moto angolare della ruota di scappamento, ma delineeremo in corrispondenza delle linee radiali *ce* e *cf* dell'arco del bilanciere durante l'estensione della sua implicazione con la periferia della ruota di scappamento, questo arco è di circa quarantotto gradi. Di questo angolo si tenta di utilizzare solo quarantatré gradi ai fini dell'impulso, essendo cinque gradi consentiti alla pietra d'impulso di passare all'interno dell'arco periferico della ruota di scappamento prima che la pietra di bloccaggio rilasci il dente della ruota di scappamento appoggiandosi su di essa.

A questo punto si suppone che la ruota di scappamento attacchi la pietra d'impulso, perché, come appena spiegato, quella di bloccaggio ha rilasciato il dente che impegnava. Ora, se il treno non avesse peso, né inerzia da superare, il dente della ruota di scappamento  $A^2$  si muoverebbe in avanti e attaccherebbe istantaneamente la paletta d'impulso; ma, in effetti, come abbiamo già spiegato, passerà un tempo apprezzabile prima che il dente sorpassi la pietra d'impulso in rapido movimento. Naturalmente si comprenderà che le lettere di riferimento qui utilizzate si riferiscono alle illustrazioni che sono apparse nelle pagine precedenti.

Se ragioniamo attentamente sull'argomento, capiremo facilmente che possiamo spostare la pietra di chiusura, cioè impostarla in modo che lo sblocco avvenga in realtà prima che la pietra d'impulso abbia attraversato tutti i cinque gradi di arco abbracciati tra le linee radiali *ce* e *cg*, Fig. 141, e tuttavia fanno attaccare il dente alla pietra dopo i cinque gradi di arco. In pratica è sicuro impostare la pietra di scarico *h* in modo che lo sgancio del dente  $A^1$  trattenuto avvenga non appena il dente  $A^2$  si trova all'interno della linea principale della ruota di scappamento. Come abbiamo spiegato in precedenza, il contatto tra  $A^2$  e la pietra d'impulso *i* non avverrebbe in realtà fino a quando detta pietra *i* non sia completamente passata per l'arco (cinque gradi) abbracciato tra le linee radiali *ce* e *cg*.

A questo punto spiegheremo perché abbiamo disegnato la ventola anteriore dei denti della ruota di scappamento con un angolo di ventotto gradi. Se la ventola della pietra d'impulso *i* è posta radialmente all'asse del bilanciere, l'impegno del dente  $A^2$  sarebbe svantaggioso se avvenisse prima che questa pietra passi per un arco di cinque gradi all'interno della periferia della ruota di scappamento. Sarà evidente al pensiero che se un dente della ruota di scappamento impegnasse la pietra d'impulso prima che fosse passato l'angolo di cinque gradi, il contatto non sarebbe sulla sua faccia piana, ma il dente colpirebbe la pietra d'impulso sul suo angolo esterno. Una continua ispezione rivelerà anche il fatto che per fare in modo che la punta del dente si impegni con la superficie piana della paletta d'impulso, la pietra d'impulso deve coincidere con la linea radiale *cg*. Se si cerca di rimediare a questa condizione incastonando la pietra d'impulso in modo che la faccia non sia radiale, ma inclinata all'indietro, s'incontra un cattivo attrito di innesto, perché, durante la prima parte dell'azione d'impulso, il dente deve scorrere verso l'alto la faccia della pietra d'impulso. Tutto sommato, l'azione migliore si ottiene con la pietra d'impulso incastonata in modo che la faccia agente sia radiale rispetto al bilanciere e l'aggancio avvenga tra il dente e il gioiello d'impulso quando entrambi si muovono con la stessa velocità, cioè quando il bilanciere sta eseguendo un arco (o movimento) di 1-1/4 giri o 225 gradi in ogni direzione da un punto di riposo. In tali condizioni il

contatto effettivo non avverrà prima di un po' di tempo dopo che la pietra d'impulso abbia superato l'arco di cinque gradi tra le linee *ce* e *c g*.

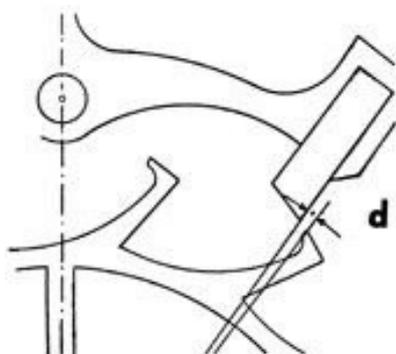
### Drop e Draw nello scappamento<sup>11</sup>

Quanto esatta deve essere la caduta consentita dal momento in cui il dente lascia la pietra d'impulso prima che il dente di bloccaggio s'impegni nella pietra di bloccaggio dipenderà in larga misura dalla perfezione della lavorazione, ma in nessun caso dovrebbe essere superiore a quanto è assolutamente necessario per realizzare la sicurezza dello scappamento. La quantità di *draw* data alla pietra di bloccaggio *c* è solitamente di circa dodici gradi rispetto alla linea radiale *ka*. Gran parte della perfezione dello scappamento del cronometro dipenderà sempre dall'abilità del regolatore dello scappamento e non dalla perfezione meccanica delle parti.

Le pietre debbono essere tutte incastonate a mano dopo essere stati realizzate, e la distanza alla quale la pietra dell'impulso sporge oltre il bordo del rullo dell'impulso è interamente questione di mano e occhio, ma non deve mai superare i 2/1000". Dopo che la pietra di bloccaggio *c* è incastonata, possiamo portare avanti o indietro il piedino *F* del detent *D*, per perfezionare e correggere l'aggancio dei denti della ruota di scappamento con il rullo di impulso *B*. Se lo posizioniamo troppo in avanti, il dente *A<sup>3</sup>* potrebbe incontrare il rullo mentre il dente *A<sup>2</sup>* sarà libero.

Si può dire che non esiste una ruota di scappamento che richieda la stessa estrema precisione del cronometro, poiché gli spazi dei denti e l'uguale estensione radiale di ciascun dente dovrebbero essere limitati solo dalla nostra capacità di perfezione. È usuale dare al *detent* un bloccaggio di circa due gradi;

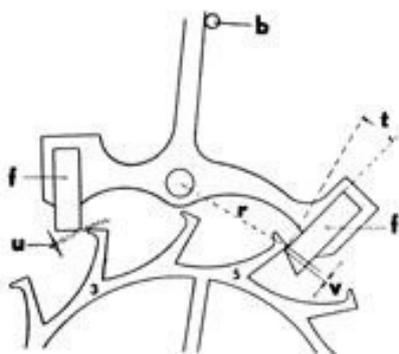
<sup>11</sup> **Drop (caduta) in uno scappamento.** L'arco o angolo *d* attraverso il quale la ruota di scappamento si muove liberamente tra l'estremità dell'impulso su uno delle palette e la successiva chiusura di un dente sull'altra palette. A seconda che il drop avvenga all'interno o all'esterno delle palette, si parla di scossa interna od 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 provoca la perdita di potenza.



#### draw n.

In uno scappamento ad ancora è una funzione di sicurezza per cui la forcella è tenuta contro il perno di fermo *b* mentre il bilanciante gira attraverso il suo arco supplementare. Il dente *5* poggia sulla faccia di bloccaggio della palette-pietra *f*. *t* è l'angolo di tiro. È formato dalla faccia di bloccaggio e da una perpendicolare rialzata su un raggio *r* delle palette nel punto di contatto tra il dente e la pietra della palette.

L'angolo di estrazione varia tra 12 e 15° e provoca resistenza allo sblocco. Draw è una funzione necessaria; sotto l'effetto di un urto, la forcella di uno scappamento senza tiraggio può allontanarsi dall'argine durante l'arco supplementare, in modo che il perno di impulso colpisca la parte posteriore delle corna dell'intaglio (questo difetto è noto come *overbanking*).



da *Dictionnaire professionnel illustré de l'horlogerie*

cioè, occorrono circa due gradi per aprirlo, contando il centro di flusso della molla di arresto *E* e cinque gradi dell'arco del bilanciere.

### Montaggio del piede

Diversi tentativi sono stati fatti dai costruttori di cronometri per avere il piede *F* regolabile; cioè, da poter essere spostato avanti e indietro con una vite, ma non abbiamo mai saputo che qualcosa di soddisfacente sia stato realizzato. Circa il modo migliore per montare il piede *F* sembra essere quello di dotarlo di due perni fissi in ferro dolce (mostrati in *j*) con i corrispondenti fori nel carrello, detti fori essendo allargati conicamente in modo che (i perni) possano essere piegati e manipolati, quindi il detent non solo si trova nella posizione corretta rispetto alla ruota di scappamento, ma anche per conferire alla molla del detent *E* la forza elastica adeguata per tornare in tempo per consentire un bloccaggio sicuro al dente di arresto della ruota di scappamento dopo che è stato attivato un impulso.

Se questi perni *j* vengono piegati correttamente da chi regola lo scappamento, chi poi pulisce il cronometro deve solo spingere delicatamente in avanti il piedino *F* in modo che i perni *j* prendano la corretta posizione stabilita in precedenza, e così posizionare la vite *I* nel piede *F* solo quando tutti gli altri rapporti sono come dovrebbero essere, tranne quello che possiamo controllare della vite *G*, che impedisce alla pietra di chiusura di entrare troppo in profondità nella ruota di scappamento.

### NOTA

Il testo è di autore anonimo ma che, da alcuni indizi, appare essere stato un insegnante in scuole d'orologeria.

E' abbastanza datato (1904), e quindi non tiene conto di materiali, strumenti e tecniche, introdotti in questo settore nel XX secolo. Ho voluto tradurlo perché, a mio parere, contiene alcuni utili indicazioni per la determinazione di misure di parti utili in una progettazione od un restauro dei cronometri più antichi. Sicuramente il testo successivo, tratto da *Watchmaking* di George Daniels, è più aggiornato ed ha anche il pregio dell'esperienza diretta sia nella progettazione che nell'esecuzione di orologi con questo scappamento.

Entrambi però fanno scarsi riferimenti ai materiali utilizzati per platine, ruotismi e scappamento.

Comunque riassumo alcuni nomi di leghe usate nel testo precedente:

**Argentana** (maillachort) lega di rame, zinco e nikel, usato nelle platine, talvolta a finitura rodiata, al posto dell'ottone dorato. Si presta a decorazioni varie, tipo "onde di Ginevra". Inoltre l'**ottone temprato** per le ruote, il **bronze-or**, lega composta da 89% di rame, 10% di stagno ed 1% di zinco, infine l' **oro a 12 kt** usato nella molla passante del *detent*.<sup>12</sup>



<sup>12</sup> Per un dettaglio dei materiali usati in orologeria vedi indice.

## Cronometri

Il cronometro, o scappamento a *detent*, è uno scappamento a singolo impulso che viene erogato direttamente dalla ruota di scappamento ad un rullo sull'asse del bilanciere. Dopo l'impulso la ruota di scappamento è bloccata su un componente intermedio che lascia il bilanciere libero durante l'arco supplementare.

Sono illustrati in Fig 469 il *pivoted detent* ed in Fig 470 lo *spring detent*

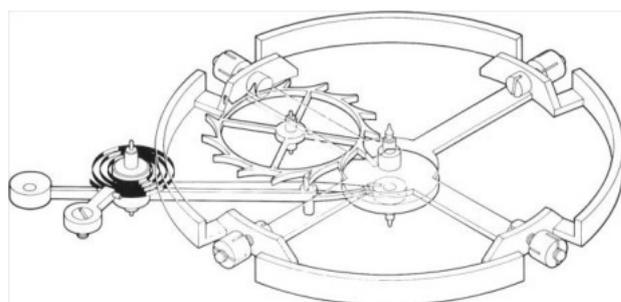


Fig 469

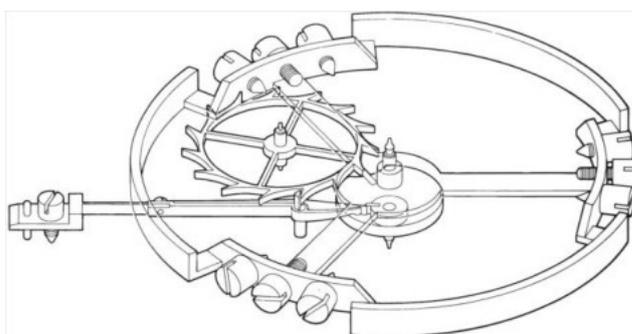
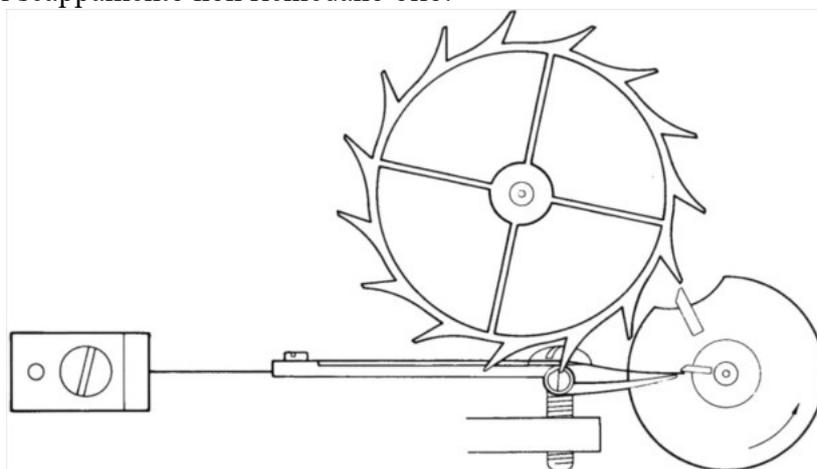


Fig 470

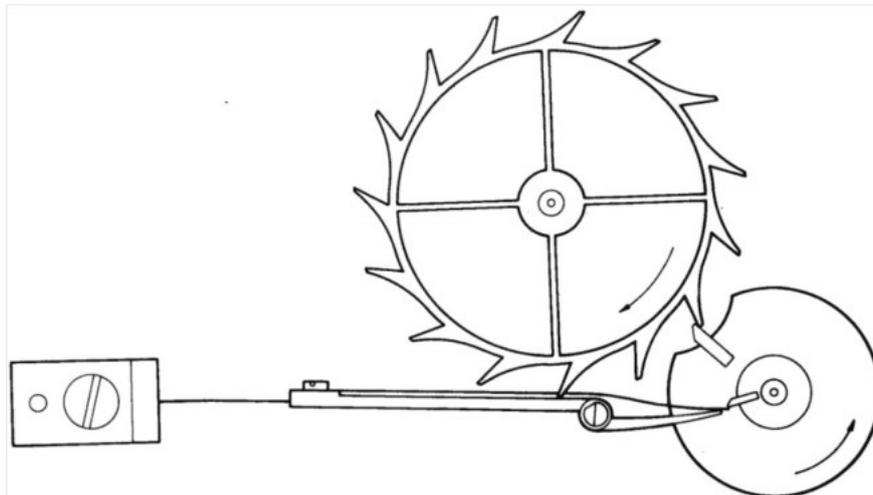
John Arnold è stato il primo costruttore del *pivoted detent* e lo usò negli orologi da persona realizzati nel diciottesimo secolo. Lo scappamento *spring detent* è stato inventato contemporaneamente da John Arnold e da Thomas Earnshaw nel 1782. La forma moderna di questo scappamento è simile al *design* di Earnshaw.

I primi scappamenti avevano angoli di fuga di circa  $52^\circ$  in funzione del rapporto tra il diametro della ruota di scappamento ed il diametro del rullo di impulso. Nel XIX secolo i produttori lo ridussero a  $36^\circ$  per gli orologi da persona ed a  $45^\circ$  per quelli da marina.

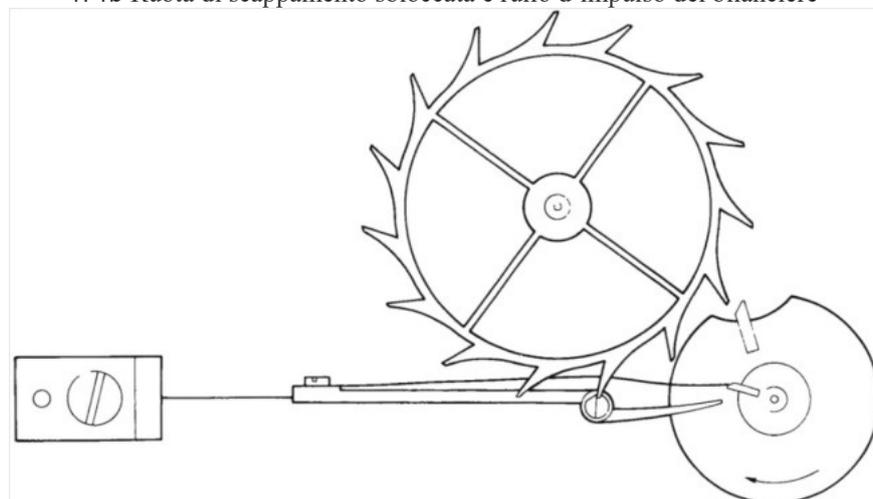
L'azione dello scappamento è semplice e l'impulso è dato praticamente senza attrito in modo che i denti della ruota di scappamento non richiedano olio.



In Fig 471a, il rullo del bilanciere gira in senso antiorario e la pietra di sblocco è in contatto con la molla passante



471b Ruota di scappamento sbloccata e rullo d'impulso del bilanciere



471c Molla passante flessa lateralmente durante l'oscillazione di ritorno del bilanciere

In Fig 471b, la pietra ha sollevato di lato il *detent* per rilasciare il dente della ruota di scappamento dalla pietra di bloccaggio. Il dente della ruota viene lasciato cadere sulla paletta del rullo ad impulsi per dare l'impulso al bilanciere.

Durante l'impulso la pietra di sblocco uscirà dall'intersezione con la molla passante ed il *detent* ricadrà in blocco pronto a ricevere il dente successivo della ruota di scappamento.

Dopo che l'impulso è completato, il bilanciere completerà l'arco supplementare senza disturbi.

L'oscillazione di ritorno è completata senza alcun impulso mentre la pietra di sblocco flette di lato la molla passante lasciando il bloccaggio indisturbato, come in Fig 471 c .

Il punto di riposo della spirale del bilanciere è su una linea che passa attraverso il centro di intersezione del rullo di sblocco e la punta della molla passante. Ciò garantisce che l'angolo di sblocco sia ugualmente distribuito intorno alla linea centrale, per ridurre il rischio di guasto se l'arco supplementare viene accidentalmente ridotto. L'impulso dato dopo la linea centrale causa allo scappamento un errore di perdita.

#### **L'angolo di sblocco**

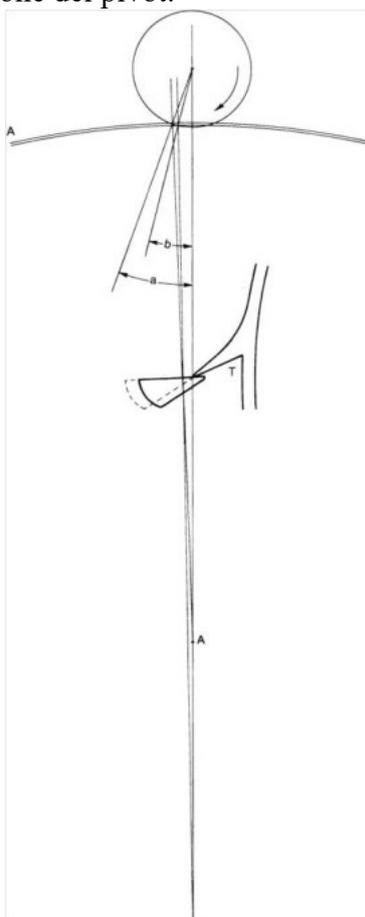
L'angolo di sblocco dipende dal raggio di azione della pietra sbloccante, la profondità di intersezione con la molla passante ed il raggio di flessione del *detent*. Un *detent* lungo può avere una intersezione meno profonda di un *detent* corto in modo che lo sblocco sia completato prima di portare l'impulso più vicino alla linea centrale. D'altra parte un *detent* lungo è più pesante e

servirebbe una molla più forte per riportarlo al blocco. La diminuzione dell'angolo di sblocco quando il *detent* si allunga è mostrato in Fig 472 dove il rullo del *detent* A ruota dell'angolo a per sbloccare il dente T e dell'angolo passante b per il fermo più lungo B .

Si noti che l'intersezione del fermo B con il percorso della punta della pietra di sblocco è molto superficiale. Anche se questo riduce l'angolo di sblocco, non è vantaggioso. La percentuale di cambio dell'intersezione con il cambiamento di posizione dell'orologio, sarà maggiore di quella per il *detent* A ed influenzerà la cadenza posizionale<sup>13</sup> modificando l'angolo di sblocco. Questo potrebbe essere impedito solo da perni a vite di equilibrio del bilanciere molto ravvicinati e che causerebbero un cambio di velocità con il cambio de viscosità dell'olio. Aumentare il raggio della pietra sbloccante avrà lo stesso effetto di un aumento della lunghezza del *detent*. Diminuendo il raggio si avrà un'intersezione più profonda con la molla passante ma aumenterà l'angolo di fuga.

Come regola generale il raggio è di solito dato dalla metà del raggio della pietra d'impulso. Questa regola funziona abbastanza bene e fornisce una profondità di intersezione sicura a garantire lo scarico del *detent* in un lasso di tempo utile a catturare il dente della ruota dopo il completamento dell'impulso.

È un errore limitare l'angolo di sblocco del *detent* al minimo necessario a sbloccare la ruota. L'angolo sarà compreso tra 1° ed 1,5°, e l'intersezione dovrebbe essere sufficiente per raddoppiare questo angolo. Uno sblocco del raggio di metà del raggio dell'impulso consentirà al *detent* di tornare in sicurezza alla blocco prima che l'impulso sia completato e con piccole accettabili variazioni dovute ai giochi di rotazione del pivot.



472 Effetti del cambio di lunghezza del *detent*

Il *detent* A, mostrato in Fig 472, sarebbe meno influenzato dai giochi della marcia, ma l'angolo di sblocco aumentato avrà sottratto maggiore energia al bilanciere. Le qualità di un lungo o corto

<sup>13</sup> Variazione della frequenza di marcia in una unità di tempo, in funzione della posizione.

*detent* devono essere tralasciati per trovare la lunghezza più adatta. Un esame dei cronometri da tasca inglesi di buona qualità di fine Ottocento, mostreranno la lunghezza media del *detent*, dalla punta al punto di flessione della molla, di essere 1,25 volte il diametro della ruota di scappamento.

### L'angolo di *draw*

Con un angolo di scappamento di  $36^\circ$  ed una ruota di 15 denti il punto di bloccaggio del *detent* non sarà tangente alla punta radiale del dente della ruota. Nella Fig 473 la linea A, un'estensione della faccia della pietra di bloccaggio, è a  $90^\circ$  del *detent* nel punto di intersezione con il cerchio delle punte dei denti della ruota. Mentre la pietra viene ritirata dallo sblocco, la ruota indietreggerà di un angolo  $a$  che avrà l'effetto di riportare il *detent* in blocco. Ma in questo momento non ci sarà pareggio a causa della pressione del dente della ruota di scappamento in verticale rispetto alla faccia della pietra. Girando la linea A verso la posizione C avremo un angolo di traino alla faccia di bloccaggio ma la ruota arretrerà di un angolo aggiuntivo  $b$ . Ciò provoca un'elevata resistenza allo sblocco ma al momento assicura un fermo bloccaggio.

E' da notare che la pietra di bloccaggio non può girare nel suo alveo per cui altererebbe la posizione di bloccaggio della ruota e porterebbe i denti a toccare il rullo ad impulsi in D. Se fosse ridotto il diametro del rullo d'impulso per recuperare il gioco, avremo ridotto l'angolo d'impulso. Durante la progettazione deve essere previsto un angolo di *draw* di  $5^\circ$  per il *detent*.

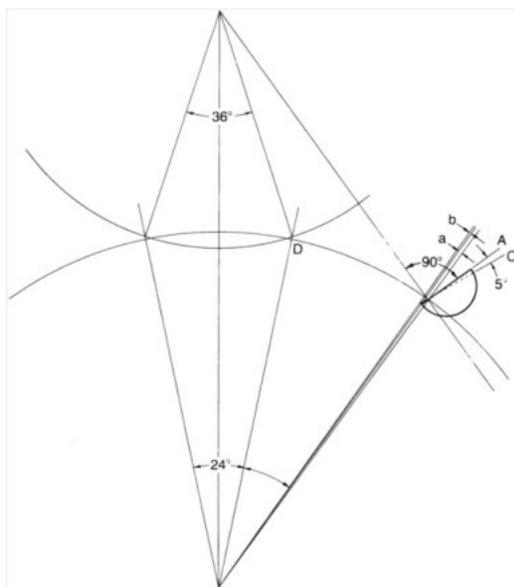
La disposizione mostrata in Fig 474 è successiva all'idea di Breguet di fissare il bloccaggio tangenziale ed il ridotto rinculo compensando il corno del *detent* e per preservare l'azione radiale della molla passante.

La molla passa sotto il corno e si ferma contro un piolo. Questa soluzione ha bisogno di maggiore altezza per il *detent* per consentire il passaggio della molla al di sotto, ed il corno è più pesante.

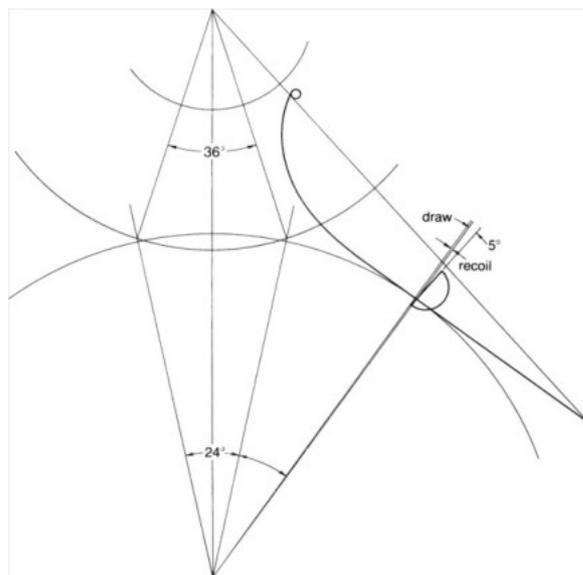
Anche se l'idea ha un certo fascino per il ricercatore, lo spazio extra richiesto combinato con il maggiore peso del corno e l'ulteriore difficoltà di fabbricazione, non ne ha consigliato l'adozione all'orologiaio inglese.

### La pietra di chiusura

La forma della pietra di bloccaggio è solitamente semicircolare. Spesso passa attraverso il *detent* e funziona come blocco. La faccia di blocco è ridotta dall'angolo di *draw* e necessita di un rientro per evitare la punta del dente della ruota di scappamento. Ciò è particolarmente necessario negli scappamenti di fabbricazione inglese dove il bloccaggio non è tangenziale. Il percorso del dente della ruota che interseca la curva della pietra di bloccaggio è mostrato in Fig 475.

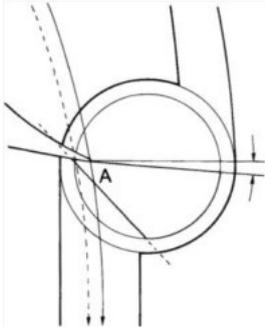


473 Angolo di *draw* di una pietra di blocco non tangenziale



474 Angolo di *draw* con pietra di blocco

La parte piatta in A dà lo spazio necessario per la partenza del dente.



475 Liberazione della pietra di blocco per il passaggio del dente

### Pivoted detent

Gli scappamenti *pivoted detent*, in Inghilterra non erano costruiti usualmente, ma erano molto di moda in Svizzera nella seconda metà dell'Ottocento. Gli inglesi erano contrari alla necessità di lubrificazione ai perni del *detent* e credevano che le prestazioni sarebbero state influenzate dal deterioramento dell'olio.

Questo era indubbiamente vero nel diciottesimo secolo quando Arnold fece i suoi orologi con questo scappamento a *detent*, ma gli oli della fine del diciannovesimo secolo erano molto migliorati e l'obiezione non era più valida. In effetti gli inglesi costruirono gli *spring detent* perché erano stati educati per farli e gli svizzeri hanno costruito i *pivoted detent* per la stessa ragione. Non vi è alcun vantaggio in nessuno dei due tipi per quanto riguarda le prestazioni dell'orologio. In materia di costruzione il *pivoted detent* richiede un'attenta inclinazione del fori del perno ma senza la regolazione dell'errore. Lo *spring detent* può regolare, entro piccoli limiti, l'errore d'inclinazione.

Il piede della molla è la parte più delicata del *detent* inglese. Il *pivoted detent*, con la sua molla di ritorno separata, è senza dubbio più robusto. Ciò porta a una maggiore rigidità nel *detent* durante l'attività di fermo e bloccaggio, ed è un fatto che il *pivoted detent* realizzato in modo errato funzionerà in modo più affidabile rispetto ad uno *spring detent* eseguito anch'esso in modo errato.

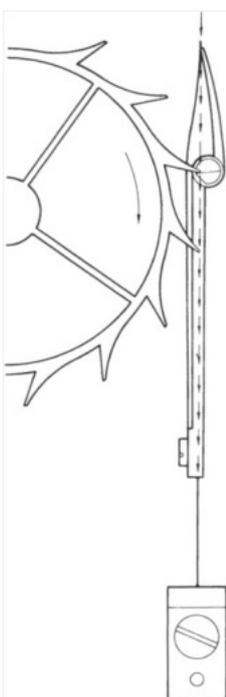
Lo *spring detent* è più impegnativo in termini di abilità di fabbricazione rispetto al *pivoted detent*, sebbene sia stato abbandonato da Ferdinand Berthoud come una varietà più a buon mercato del *pivoted detent*.

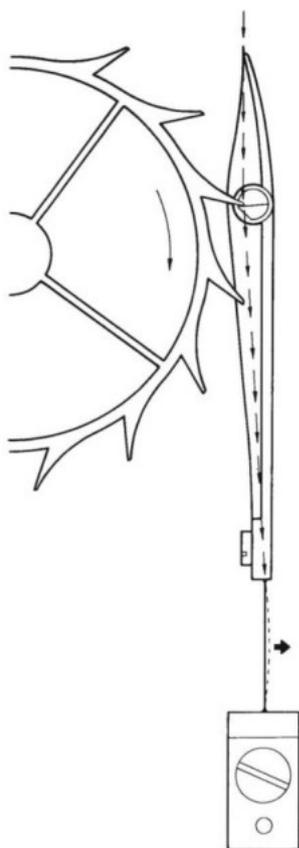
Il *pivoted detent* fatto dagli svizzeri è stato contrapposto presumibilmente per evitare errori di *rate* con il cambio di posizione dell'orologio; se c'è qualche vantaggio in ciò questo non può essere ottenuto dallo *spring detent*. Prove comparabili tra i due scappamenti non rivelano alcun sensibile vantaggio tra i due, ma una maggiore inerzia può essere solo uno svantaggio.

#### Stabilità del bloccaggio

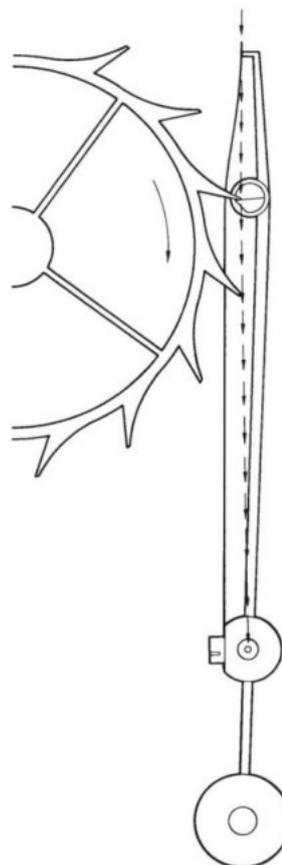
La Fig 476 mostra il corretto percorso della pressione di bloccaggio dello *spring detent* inglese. Questa condizione è ugualmente applicabile al *pivoted detent*. Viene mostrato l'effetto di un percorso di pressione errato in Fig 477; fa sì che la molla si pieghi lateralmente nella direzione della freccia. Lo stesso effetto non viene prodotto con il *pivoted detent* dove la forza di bloccaggio è radiale al perno rigido, come in Fig 478.

L'effetto mostrato in Fig 477 si ripete durante lo sblocco quando l'inerzia della ruota durante il rinculo fa piegare la molla ed influenza la stabilità dell'angolo di sblocco. L'inferiorità nel lungo termine della stabilità di marcia è ugualmente evidente con una molla attorcigliata o deformata e l'unico vero rimedio è un nuovo *detent*.





477 Effetto di una pressione non corretta nello spring detent



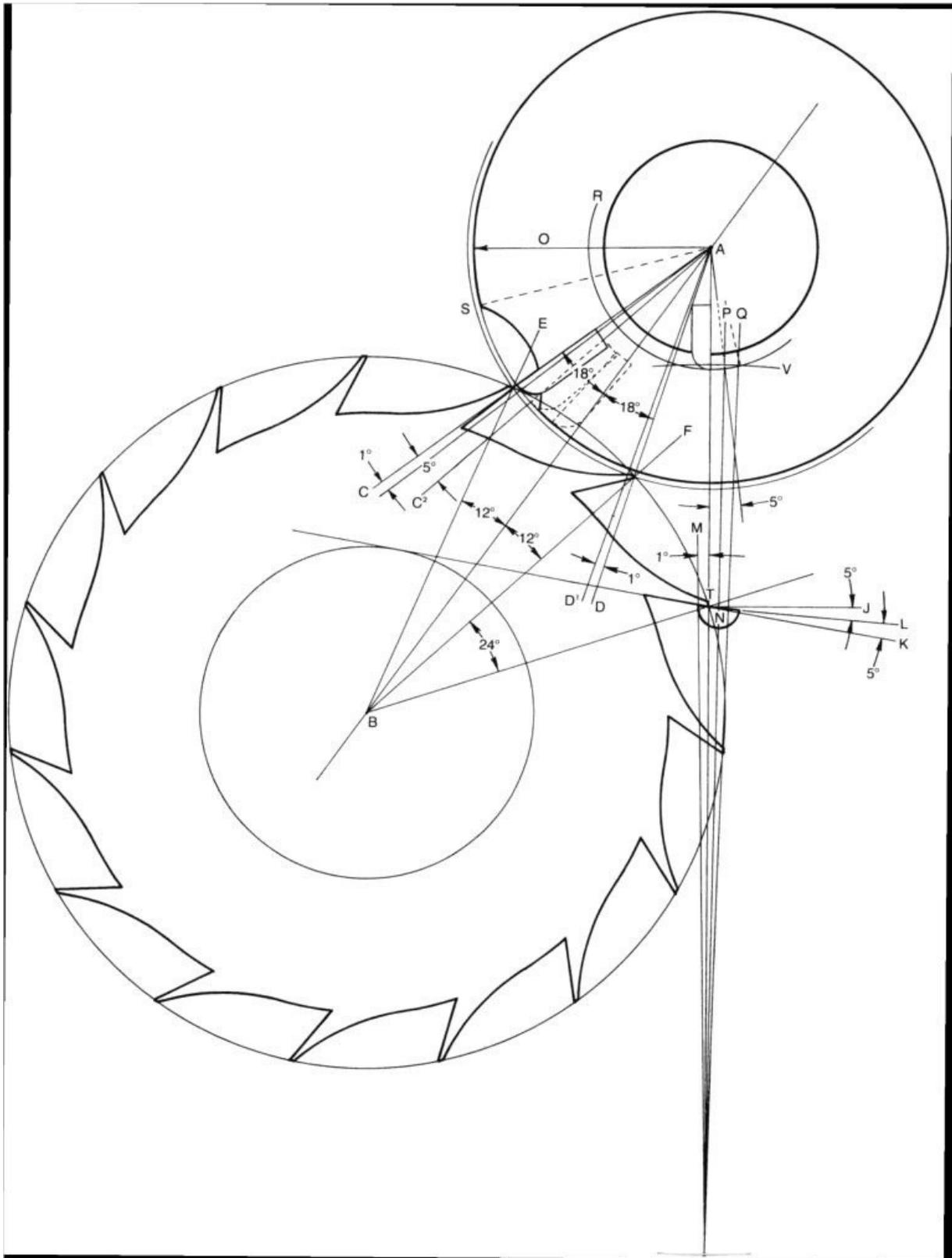
478 Percorso di pressione nel pivoted detent

### L'angolo di impulso

L'angolo di scappamento di  $36^\circ$ , mostrato in Fig 479, include il percorso tra le punte dei denti della ruota e il rullo, più la necessaria caduta per garantire l'intersezione sicura del dente con la paletta d'impulsione. L'angolo di impulso dipenderà dalla qualità di costruzione dello scappamento. L'assoluta concentricità della ruota e del rullo sono necessari in caso di mancata caduta del dente della ruota. La caduta della ruota sulla paletta non può essere evitata ma deve essere ridotta al minimo. Se avvengono in vicinanza caduta e liberazione del dente così combinate, la perdita sarà di  $6^\circ$  dell'arco del bilanciere, perdendo  $30^\circ$  di impulso. Ad ampiezze di oscillazione elevate, con la molla principale aumentata in potenza, la ruota di scappamento accelererà per ridurre la caduta e l'angolo di impulso aumenterà. Lo scappamento può essere regolato per funzionare senza la caduta sulla paletta e questo aumenterà l'estensione delle vibrazioni di media potenza. Ma ad ampiezze ad alta potenza, senza *drop*, c'è il pericolo che la paletta vada a sbattere contro le punte dei denti provocando un'azione irregolare.

L'inerzia della ruota di scappamento ha una notevole influenza sull'angolo utile dell'impulso. Esperimenti pratici dimostrano che la riduzione della massa effettiva di circa il 30 per cento, aumenterà l'ampiezza di oscillazione del bilanciere da  $180^\circ$  a  $210^\circ$ , equivalente a un 10 per cento d'aumento dello spessore della molla principale per un orologio da tasca. Queste cifre sono per un particolare orologio e varieranno in base al design dello scappamento. Ma è chiaro che il ritardo dell'impulso ed il *drop* che possono derivare da esso debbono essere ridotti al minimo se lo scappamento deve avere un'azione vivace ed efficace.

Di solito si riduce il peso della ruota di scappamento tornendo l'anello ed assottigliando i raggi e lasciando solo i denti in tutta la loro larghezza. Le ruote sono solitamente realizzate in ottone, ma alcuni orologi inglesi hanno la ruota in acciaio. Molte ruote svizzere di alta qualità sono fatte d'oro ma questo rende la ruota inutilmente pesante.



479 Sblocco dello scappamento detent ed angolo d'impulso

## Regolazione dello scappamento (Fig. 479)

Per impostare lo scappamento, occorre segnare i centri della ruota e del bilanciere ad una distanza conveniente. Dal centro del bilanciere A segnare gli angoli CAB e BAD di  $18^\circ$ . Dal centro della ruota B, segnare gli angoli EBA e FBA di  $12^\circ$ . Al raggio di intersezione degli angoli occorre disegnare il cerchio per il rullo di impulso e la ruota ed a  $24^\circ$  di FB il punto del dente di bloccaggio T. Tracciare la linea per il *detent* AH dal centro A passante per il punto T. Disegnare il cerchio R per il percorso della paletta di sblocco a metà del diametro del cerchio per il passaggio della paletta d'impulsione. Dall'intersezione del cerchio R e della linea AH segnare il punto di flessione H del *detent* ad una volta ed un quarto del diametro della ruota di scappamento. Da T traccia la linea TJ perpendicolare al *detent* AH.

A  $10^\circ$  rispetto a J disegna TK che è l'angolo della faccia di bloccaggio del dente. A  $5^\circ$  da J T disegna LT che è l'angolo della faccia di bloccaggio della pietra. A  $1^\circ$  di AH, all'interno della circonferenza della ruota, disegna HM per definire il limite di bloccaggio della pietra. Al punto N nella linea L T, disegna il semicerchio della pietra di chiusura tangente a MH. Il punto N è determinato dal diametro della pietra di bloccaggio che può essere circa un diciottesimo del diametro della ruota.

Ad esempio, per una ruota da 9 mm una pietra di 0,5 mm di larghezza assicurerebbe forza adeguata. Dal centro A traccia  $AD^1$  e dove questo taglia il cerchio per la ruota, disegna il raggio del cerchio AO per indicare il raggio della paletta d'impulso. A  $5^\circ$  di AC disegna  $AC^2$  che è la faccia della paletta al momento dello sblocco.

L'intersezione dell'arco HV con il cerchio per il percorso della pietra sbloccante è l'intersezione tra la molla passante e la pietra. L'angolo della faccia di bloccaggio dei denti è già impostata da KN. Disegna il contorno dei denti nella forma desiderata.

L'arco del rullo sicurezza deve essere sufficientemente grande dietro la paletta da consentirgli l'impulso in ritardo sulla ruota ma l'angolo SAC non deve superare la distanza tra due denti.

Si noti che le posizioni delle palette d'impulso e di sblocco sono disegnate per mostrare le rispettive profondità di intersezione. Con la paletta d'impulso nel punto di rilascio, viene mostrato, che la paletta di sblocco sarà ad un angolo di raggio AP.



## Contributi

Per foto ed informazioni <https://chronometerbook.com/>

DWC The Dive Watch Connection

Per foto su M6X <http://www.mvltrade.hu/Marine6mx.htm>

Le Case d'Asta: Willis Henry, Dr Crott, Bonhams, Christie's, Antiquorum, Sotheby's

Le riviste : Antiquarian Horology, Horlogerie Ancienne, Grace's Guide

David Read *The marine chronometer in the age of electricity*

Pocket Watch database