

# EL PUERTO DEL MUSEL, DESDE 1929 HASTA LA INAUGURACIÓN DE LA PLANTA DE REGASIFICACIÓN DE ENAGÁS EN 2023 (II)

En 1929, se inauguró la red de relojes eléctricos en El Musel. **¿Pero se estaba aplicando esta misma tecnología a los grandes barcos?** Esto es lo que explicaremos en esta segunda entrega, ilustrándolo con el **caso del Titanic** y también con las tecnologías que se utilizaban, especialmente con la marca Martin Fischer - Magneta, donde había trabajado Georges Auroux en París, antes de venir a Barcelona y dirigir la instalación de El Musel.



*Patrón marino automático Magneta como el del Titanic (1)*

## **Xavier Auroux Poblador**

Ingeniero Industrial

PDG IESE

Colaborando de diferentes universidades

Ponente en jornadas de patrimonio portuario y arqueología industrial

Comisión de Innovación y Transferencia Tecnológica del COEIC

## **2.- RELOJES NAVALES ELECTRICOS Y SINCRONIZADOS**

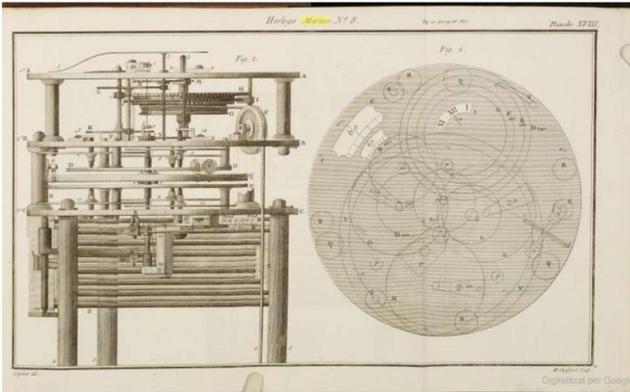
### **2.1.- DE LOS INICIOS DE LOS CRONÓMETROS MARINOS A LOS RELOJES SINCRONIZADOS**

#### **LA IMPORTANCIA DE LOS CRONÓMETROS MARINOS EN LA NAVEGACIÓN**

En 1707, encallaron 4 buques de la Marina británica en Scilly (Gran Bretaña), debido a errores de navegación. Entonces el gobierno británico ofreció un gran premio de 20.000 libras esterlinas, para cualquiera que pudiera determinar la longitud con precisión. La recompensa fue cobrada (en parte) en 1761 por Y. J. Harrison al construir un cronometro mucho más preciso (2). Recordemos que antes del siglo XIX los relojes ni siquiera solían tener manecillas para minutos (3).

Es curioso recordar, que el cañón Noon de Ciudad del Cabo todavía conserva la tradición de disparar a una hora determinada, para permitir antiguamente que los barcos que pudieran comprobar sus cronómetros (2).

En 1764, se comprobó por segunda vez la precisión en un viaje entre Portsmouth y Jamaica, siendo el error de 38,4 segundos en 7 semanas, (0,78 segundos/día), o lo que es lo mismo, +- 9,6 millas náuticas de confusión este - oeste en el ecuador (4). Algunos documentos hablaban de una precisión necesaria de 5 segundos por día, otros de 10. En este segundo caso, esto hubiera equivalido a un error de +-17,5 millas cada semana, lo que podría parecer elevado.



*Cronómetro marino número 8 de F. Berthoud (5)*

Mientras en 1768 en Francia, F. Berthoud construyó cronómetros que la marina francesa probó en la corbeta "L'Isis" en un viaje de ida y vuelta desde Rochefort a Santo Domingo, que duró 376 días a lo largo de 1768 y 1769. Después de los 155 días del viaje de ida, el error era sólo de 10,35 km. Estos cronómetros se suministraron a las armada francesa y española. (6)

En la práctica, la precisión real de estos cronómetros era insuficiente, en parte porque algunos pensaban que las cifras anteriores eran optimistas. En realidad hasta la llegada de la telegrafía sin hilos no se solucionó.

Obviamente ni esos cronómetros marinos, ni sus sucesores, podían contener un péndulo, que sería inútil en un barco que se balanceaba, sino que contenían un volante con un muelle espiral, llamado escape.

El método para determinar la longitud con un cronómetro era simple: se ponía el reloj en hora en el puerto de origen y se conservaba a bordo esa hora durante el viaje, en alta mar se determinaba la hora local astronómicamente (o por observación solar al mediodía o se estimaba por el recorrido del barco) y se comparaba con la del reloj, la diferencia entre una hora y otra permitía conocer la diferencia de longitud entre el barco y el puerto de origen.

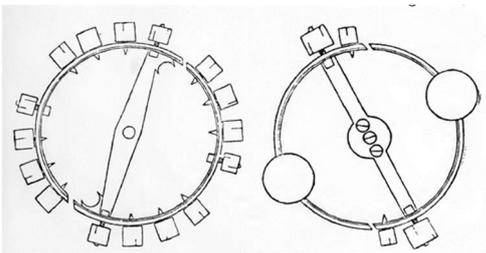
En 1851 se embarcaron 93 cronómetros en 7 viajes sucesivos entre Liverpool y Massachusetts para intentar conocer la diferencia horaria entre ambos puertos. Sus resultados fueron contradictorios (3). Al aparecer el primer cable transatlántico en 1867, fue desapareciendo la técnica de transporte de cronómetros (3).

En 1888, un viajero que cogiera el tren en Niza con destino a París debía tener en cuenta dos relojes, el de la hora local de Niza, y el del tren, a la hora de París, 20 minutos retrasada (3). En Alemania, cada land tenía su propia hora (3).

La Tour de l'Île de Ginebra, en 1880 tenía tres relojes con tres horas distintas, la de Ginebra, la de Berna con 5 minutos de avance, y la de Paris, que regía el ferrocarril con 15 minutos de atraso (3).

La coordinación de los horarios de los ferrocarriles y el levantamiento de mapas más precisos fueron los impulsores de la unificación horaria (3).

En un cronometro marino, la frecuencia de un volante y su espiral llamado escape, viene influenciado por la masa en movimiento, y no solo por la longitud y constante de la espiral. Los mejores cronómetros marinos no se regulaban modificando la longitud del resorte, sino mediante tornillos de sincronización situados en el borde del volante. Si el reloj se avanzaba, estos tornillos se desenroscaban un poco, desplazando así su peso a una mayor distancia del centro, y provocando en consecuencia que el reloj fuese más lento (7). En la figura, se puede ver el sistema de compensación para el volante de antiguos cronómetros marinos.



## LOS INICIOS DE LA TELEGRAFÍA SIN HILOS

Antes que la Torre Eiffel empezase a radiar sus señales de forma continuada, entre Paris y Arlington ya se intercambiaron señales para corregir sus mapas por radio (3). En 1903 la Marina USA realizó pruebas con transmisores desde la costa, y en 1909, se distribuyó un informe sobre sincronización de la hora con barcos en alta mar (3). Francia adoptó el meridiano de Greenwich en de 1911 corrigiendo su hora 9 minutos y 21 segundos (8).

En 1912 se celebró en París la primera Conferencia internacional de la hora, donde se reconoció la necesidad de radiotelegrafiar de forma automática la distribución de la hora. Esto era mecánicamente complejo, porque podía frenar el mecanismo de relojería, lo que se consiguió solucionar mediante complicados mecanismos electromecánicos (8).

En 1913 se reunió también en París la segunda Conferencia donde se decidió la creación de una Comisión internacional de la hora (8). A partir de 1 de julio de 1913, 10 estaciones repartidas por todo el mundo (Paris, Eritrea, Brasil...) progresivamente empezaron a enviar señales de la hora. El objetivo era la precisión de 0,5 o 0,25 segundos (8).

La hora de Greenwich se aseguraba inicialmente con señales a las 10 h y las 22 h, y posteriormente a las 10 y a las 24. En ese momento 15 países estaban en la asociación (8). El alcance de la Torre Eiffel en aquellos momentos era de 166 kilómetros (3), aunque poco después, con nuevos aparatos, que se estaban instalando en 1914, llegaría a los 6000 kilómetros (8).

En 1922 se indicaba que esas señales también podían emplearse para determinar la longitud de una estación receptora y las utilizaban con ese fin tanto los "barcos en el mar" como los "exploradores" en tierra (7).

En esas fechas, la telegrafía sin hilos acababa de inaugurar la sincronización mundial de los relojes, y la posibilidad de su aplicación marítima para la fijación de longitudes, el cálculo de las distancias en el mar, y la realización de mapas precisos. Años antes, los cables marinos ya habían empezado a ser utilizados, pero con diversos inconvenientes, como el de no permitir calcular la longitud de un barco en alta mar entre otros.

## LA APLICACIÓN DE LOS RELOJES ELÉCTRICOS SINCRONIZADOS A LOS GRANDES BARCOS

A principios siglo XX, los grandes transatlánticos comenzaban a ofrecer más comodidades. La tecnología electromecánica ya permitía instalar relojes “esclavos” o también llamados “receptores” sincronizados con un “patrón” o “regulador”. Esto permitía cambiar la hora diariamente de esos relojes receptores en lugares de difícil acceso como cocinas, y salas de máquinas (9). El Titanic tenía 48 relojes receptores, no era lógico cada noche organizar el cambio de hora de los 48, incluidos los de los camarotes, con accesibilidad limitada. Además esta técnica permitió tener la información de la hora en lugares como las salas de radio, salas de guardia, puente, etc.

Por esas fechas existían ya fabricantes como: Mercer, Martin Fischer / Magneta, Synchronome, Gent / Pulsynetc, E. Howard, Harlandic, Favage, y Brillié. Los patrones a péndulo no estaban adaptados y debían funcionar con volante y un muelle espiral, como los cronómetros marinos.

Si bien el cronómetro de navegación debía ser preciso, los patrones y los esclavos no era imprescindible que lo fueran, ni se esperaba que los viajeros llevaran relojes (9).

Durante el último tercio del siglo XX la tecnología del cuarzo y de los semiconductores sustituyeron a la tecnología electromecánica, apareciendo muchos fabricantes japoneses. Hacia 1960, la defensa norteamericana convirtió los satélites en estaciones de radio que emitían señales temporales a tierra y mar. Inicialmente funcionaban con cuarzo, posteriormente con cesio (3).

Han quedado pocos ejemplares de relojes eléctricos, algunos se perdieron en el mar, y el resto no se han conservado al desguazar los barcos (9).

## EL AJUSTE DIARIO DE LA HORA

Un grado de variación de longitud equivale entre 0 millas en el polo, y 60 millas náuticas en el ecuador. A 40° de latitud (Nueva York), un grado de longitud son aproximadamente 46 millas náuticas, y la distancia a través de 15° (o una zona horaria de una hora) es de aproximadamente 691 millas. Y a 20 nudos un barco tardaría unas 34 horas en atravesarla. En 24 horas de tiempo de viaje, el cambio de hora por día sería inferior a 60 minutos en los relojes del barco (9).

La bibliografía consultada sobre el avance o retraso del reloj patrón, se contradice en muchos casos. En todo caso, lo que estaría claro, es que habría varias posibilidades cruzadas. En la tabla siguiente he intentado explicar las diferentes formas de cálculo y de corrección de la hora del patrón:

Día	1	1-2	2	
Hora	12,00	0,00	12,00	
Horas acumuladas	0	12	24	
Estimación hora	Sol		Sol	Método
		Observación astronómica		Método
	Velocidad, dirección, viento, corrientes (si niebla)	Velocidad, dirección, viento, corrientes	Velocidad, dirección, viento, corrientes (si niebla)	Método
Estimación longitud	Sol + Cronometro a la hora Greenwich o puerto de salida		Sol + Cronometro a la hora Greenwich o puerto de salida	Método
		Observación astronómica		Método
	Velocidad, dirección, viento, corrientes (si niebla)	Velocidad, dirección, viento, corrientes	Velocidad, dirección, viento, corrientes (si niebla)	Método
Estimación minutos de avance o retraso de la hora		Por variación de longitud	Por variación de longitud	Método
		+m1	+m2	Minutos (+este, -oeste)
Momento de cambio de la hora en el reloj patrón		0,00	12,00	Hora
Hora corregida		0+m1	12+-m2 (el reloj debería marcar 12,00)	Cambio a las 0,00 y 12,00 <b>METODO A</b>
		0 h-24 minutos (Paro previsto de 24 minutos)	12 h-23 minutos (Paro previsto de 23 minutos)	<b>TITANIC</b> (El paro previsto de 23 minutos el día 2, probablemente sería reestimado y podría ser otra cifra)
		0	12+-m1+-m2 (el reloj debería marcar 12,00)	Cambio a las 12,00 <b>METODO B</b>
		0+-m1+-m2	12+-m1+-m2+-m3 (el reloj debería marcar 12,00)	Cambio a las 0,00, en este caso podría haber un último pequeño ajuste m3 a las 12,00 <b>METODO C</b>

*Tabla explicativa de los métodos de corrección de la hora de patrones eléctricos (realizada por el autor Xavier Auroux)*

La tarea de cambio de hora era realizada por un oficial.

En general los relojes patrón se colocaban en el puente, en una caja impermeable (10). Por otro lado, el mecanismo de los receptores no podía ir hacia atrás.

En el caso de relojes sincronizados, en el momento de ajuste el patrón no daba señales a los receptores sí navegaba al oeste, (por ejemplo paraba 30 minutos) y daba tantas señales consecutivas cómo fuera necesaria hasta sincronizarse con el número de minutos que

habíamos indicado en la esfera del reloj (por ejemplo avanzaba 30 minutos) en muy poco tiempo.

## 2.2.- LOS RELOJES DEL TITANIC

Tanto el Titanic como el Olympic estaban equipados con relojes Magneta, un reloj patrón estaba situado en la sala de planos, y otro en el puente, justo detrás del otro. Cada patrón era capaz de controlar 25 receptores (10).



*La gran escalera de 1ª clase del Olympic, gemelo del Titanic, con un reloj receptor Magneta (11).*

Hemos podido saber cómo estaban previstos los ajustes del reloj patrón en el Titanic en la noche de su hundimiento, el 14 de abril de 1912. Se calculó que debían retrasarse un total de 47 minutos. Esto fue determinado calculando donde el barco se esperaba que estuviese cuando alcanzara las 12 h del mediodía del próximo día en la hora local aparente HLA del lunes 15 de abril. Estos 47 minutos fueron divididos en dos periodos de 23 y 24 minutos (10) (METODO A de la Tabla anterior). HLA es la hora que hace referencia a la hora solar en un lugar determinado por la posición del sol sin corregir por zonas horarias ni horarios de verano que llamaríamos Hora Standard o Civil.

En el Titanic, la modificación diaria horaria, era indicada cada noche después de la cena que empezaba a las 19 h, en el panel especial que se hallaba en la escalera de los camarotes de 1ª (12).

Cuando chocó con el iceberg eran alrededor de las 23:40 h AST (10) (Hora Estándar del Atlántico, AST, es la del huso horario que comprende algunas áreas del Atlántico como Puerto Rico y algunas zonas del Canadá, UTC-4). Probablemente en este momento no se había realizado todavía el primer ajuste de hora de parar los relojes 23 minutos a las 00:00 h de la noche.

En la cronología de las comunicaciones radiotelegráficas, la primera petición de ayuda del Titanic fue realizada a las 22,25 hora de New York, que equivalía a las 0,15 horas aproximadas del Titanic y que fueron establecidas a partir de los testimonios recogidos por la comisión de la encuesta (12).

En la cronología entorno del naufragio, la determinación de la hora constituye una dificultad en la cual se tuvieron que enfrentar las comisiones americanas y británica (12). En 1912, los husos horarios no eran aplicables en el mar. Durante las travesías transatlánticas, cada navío tenía su propia hora, basada en las observaciones y los cálculos cotidianos realizados por un oficial (12).

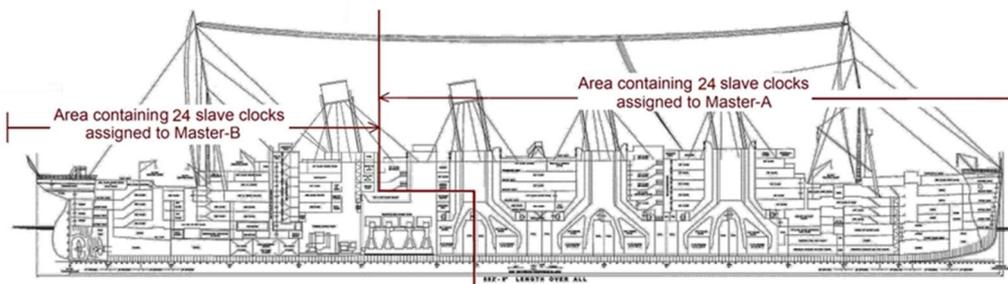
Este oficial determinaba el mediodía cuando el sol cruzaba el meridiano sobre el cual estaba situado el navío. Por esta razón, eventos simultáneos podrían así ser registrados a horas diferentes sobre navíos diferentes (12). Teniendo en cuenta este principio de definición de la hora, dos navíos situados, por ejemplo, a la misma latitud pero distantes algunas millas tenían pues mediodías y horas HLA propias ligeramente diferentes. Igualmente, dos navíos haciendo ruta en direcciones opuestas y cruzándose en medio de la noche, dado que podían haber calculado su hora HLA el mediodía 12 horas antes, momento en que ambos barcos muy alejados y tenían horas bastante diferentes (12).

**Locations and Number of Titanic's Slave Clocks**

Note: Clocks in watch-keeping crew spaces are indicated by *italic* font.

Clock Location	Master-A	Master-B
Chart Room	1	-
Wheel House	1	-
Officers' Smoking Room	1	-
Captain's Sitting Room	1	-
Chief Officer's Room	1	-
Officers' Mess Room	1	-
Crew's Galley	1	-
Marconi Room	1	-
First Class Gymnasium	1	-
Enquiry Office	1	-
Purser's Office	1	-
Third Class Open Space Forward	1	-
First Class Fore Entrance - Boat Deck (Grand Staircase)	1	-
First Class Staircase - Promenade Deck (A)	1	-
First Class Staircase - Bridge Deck (B)	1	-
First Class Staircase - Shelter Deck (C)	1	-
First Class Aft Staircase - Promenade Deck (A)	1	-
First Class Aft Staircase - Bridge Deck (B)	1	-
First Class Aft Staircase - Shelter Deck (C)	1	-
Reading & Writing Room	1	-
First Class Lounge	1	-
Squash Racquet Court	1	-
Swimming Bath	1	-
Turkish Bath Cooling Room	1	-
Forward Second Class Entrance (Staircase) Boat Deck	-	1
Forward Second Class Entrance Bridge Deck (B)	-	1
Forward Second Class Entrance Upper Deck (E)	-	1
Aft Second Class Entrance Bridge Deck (B)	-	1
Aft Second Class Entrance Upper Deck (E)	-	1
First Class Smoke Room	-	1
First Class Restaurant	-	1
Restaurant Pantry	-	1
Restaurant Galley	-	1
Second Class Smoke Room	-	1
Second Class Library	-	1
Third Class Smoke Room	-	1
Third Class General Room	-	1
Third Class Galley	-	1
Chief Steward's Office	-	1
Doctor's Office	-	1
First Class Pantry	-	1
First & Second Class Galley	-	1
Second Class Pantry	-	1
Engineers' Mess Room	-	1
Chief Engineer's Room	-	1
Senior Second Engineer's Room	-	1
Reciprocating Engine Room	-	1
Electric Engine Room	-	1
<b>TOTAL CLOCKS</b>	<b>24</b>	<b>24</b>

*Situación de los 48 relojes receptores del Titanic (10)*



*Reparto de los relojes receptores entre los dos patrones (10)*

En la tabla anterior encontramos la distribución de los 48 relojes receptores del del Titanic. Estaban comandados por dos relojes patrones, el A con sus 24 receptores en proa y el patrón B con los otros 24 receptores en popa (10).

Es interesante la discusión en el juicio por la colisión entre el Hawke y el Olympic. La causa era la discrepancia de un minuto entre el registro de la hora de la colisión en el puente, y el registro del paro de la sala de máquinas. La realidad era que el reloj patrón Magneta en el puente, daba la señal al receptor de máquinas cada 60 segundos, pudiendo así estar retrasado este receptor "5 o 55 segundos". Ello podría dar la sensación de que se había tardado un minuto entre el momento de la colisión y la parada de las máquinas (10).

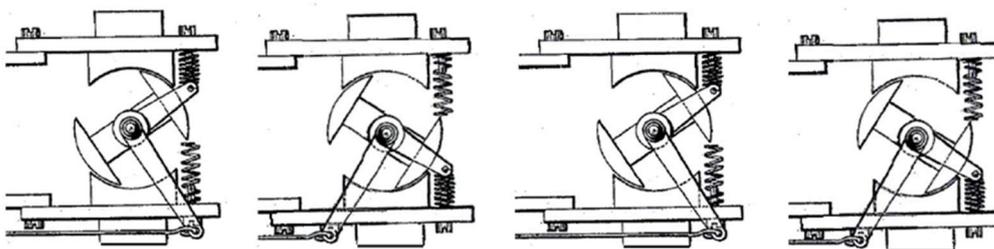
### 2.3.- ALGUNOS FABRICANTES DE RELOJES SINCRONIZADOS

#### 2.3.A.- MARTIN FISCHER – MAGNETA

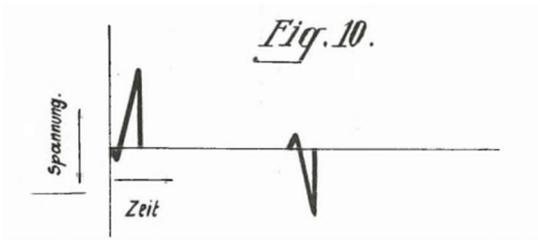
La revista The Electrician, British Trade Journal (August 1911 and July 1911) recogía que el Titanic y el Olympic equipaban relojes Magneta. El catálogo Magneta Toronto de hacia 1915, indicaba que los siguientes barcos iban equipados con instalaciones de Magneta: Lusitania, Mauretania, Kaiserin Augusta Victoria, Adriatic, Amazon, y Uruguay (13). Es interesante ver que no se cita el Titanic ni el Olympic en la lista de barcos equipados con Magneta. Debían ser cosas del incipiente marketing de la época.

Los patrones de la marca Magneta, del fabricante Martin Fischer, tenían un mecanismo de retardo y avance (9). Incluían un pequeño magneto que generaba impulsos eléctricos con polaridad invertida cada minuto. Este método evitaba generar las señales mediante contactos que podían fallar por desgaste, pudiendo no enviar ninguna señal o múltiples por falsos contactos.

En Berna desde 1890 a 1900 había 3 o 4 solicitudes de patentes relacionadas con la hora eléctrica por año, pero de 1901 a 1904 las solicitudes subieron a 9 cada año (3). Einstein dejó la oficina de patentes de Berna el año 1909 para ir a la Universidad de Zúrich (3), poco antes, mientras Einstein todavía trabajaba allí, se registraron patentes de puesta en hora de relojes distantes, transmisión eléctrica del tiempo, y una de las primeras solicitudes aprobadas de la radiotransmisión del tiempo (3).



*Sucesivas posiciones del magneto (US Patent Office, 692509 de 1902)*



*Tensión de salida del magneto en el minuto 1 y 2 (14)*

Durante 4 minutos, los minutos 1, 2, 3, y 4, el magneto del patrón al girar 90° en sentido inverso 4 veces, genera 4 impulsos con polaridad invertida de una duración de 0,1-0,2 segundos (10). Otro autor indica que la señal duraba solo 0,02-0,03 segundos (15).

Los patrones manuales disponían de 4 mecanismos, y los automáticos de 5. En la siguiente fotografía, encontramos un patrón Magneta, con avance y retraso manual. El oficial encargado, debía o parar el patrón los minutos necesarios, o manualmente lanzar las señales suficientes para avanzar todos los receptores a la vez.

En la foto siguiente podemos ver los 4 mecanismos de un **patrón manual**:

1.- A la derecha el **Muelle espiral principal**, que hacía funcionar tanto el Reloj cómo el Inductor. Tenía reserva de 36 horas. En la White Star, se les daba cuerda cada día a las 8 AM, tanto a los patrones como a los dos cronómetros marinos de precisión (10).

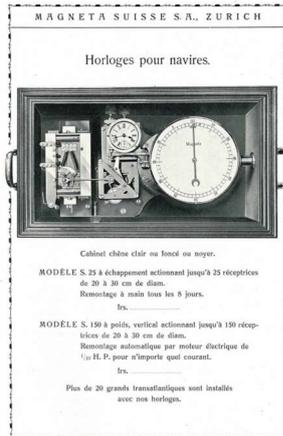
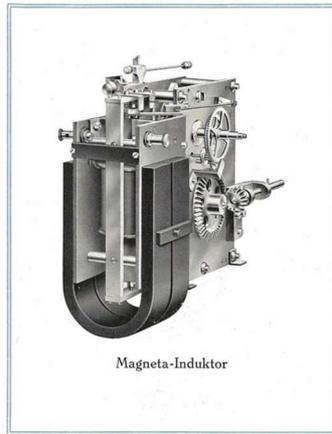
2.- En la parte alta del centro de la fotografía encontramos la esfera con el mecanismo del **Reloj** también llamado **Going train**.

3.- En el centro de la fotografía en la parte baja vemos el **Power train**. Se trata de un mecanismo que cada minuto disparaba una señal mecánica, mediante la biela horizontal que encontramos en el centro de la fotografía. Está biela conectaba el Reloj con el Inductor cada minuto.



*Patrón marino manual Magneta (1)*

4.- A la izquierda de la fotografía está el **Magneto o Inductor**, que generaba los impulsos eléctricos a los receptores, al girar 90° cada minuto en sentido alternativo.



A la izquierda, el Inductor (16). A la derecha, Patrón marino automático en un catálogo en francés de Magneta (17)



Patrón marino automático Magneta (1)

5.- En la foto siguiente, se observa otro reloj patrón probablemente igual al del Titanic. En este caso, además de las cuatro partes descritas en la foto anterior, y al tratarse de **un patrón automático** disponía de un **quinto mecanismo**. Cada medianoche el oficial encargado avanzaba o retrasaba la saeta de la esfera de la derecha los minutos necesarios. En el caso del Titanic en la noche de su hundimiento, el oficial debía haber fijado 24 minutos en la esfera, y todos los relojes del Titanic se habrían parado esa cantidad de tiempo a las 12 de la noche, para arrancar automáticamente pasado ese tiempo.

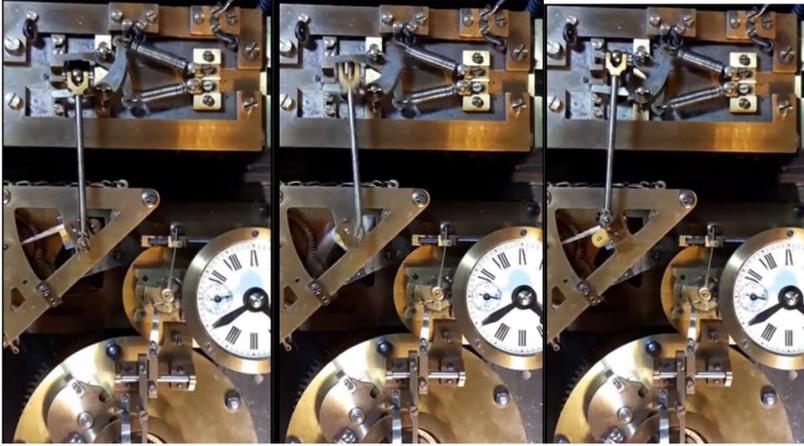
En el caso de patrón automático, éste disponía de 2 escapes, un pequeño volante de inercia con un muelle espiral, uno para el reloj principal, y el segundo para control de la esfera manual de avance y retraso (10).

En las siguientes fotos sucesivas, se puede observar cómo se mueve la biela que conecta el Power train con el Inductor:

En la foto de la izquierda la biela está inclinada a la izquierda y más baja.

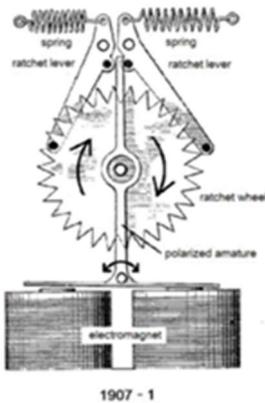
En la foto del centro, la biela se encuentra en movimiento porque está obligando a girar el Inductor.

Y como en la foto de la derecha, la biela está inclinada a la derecha y posición más alta, después de haber girado 90º el magneto que se encuentra en la parte superior de las fotografías.



*El magneto girando 90°. (18)*

También puede observarse su funcionamiento en un video corto en <https://clockdoc.org/Default.aspx?moid=58161>



*Funcionamiento de los receptores (US Patent Office, 716996, de 1902, y 844010, de 1907).*

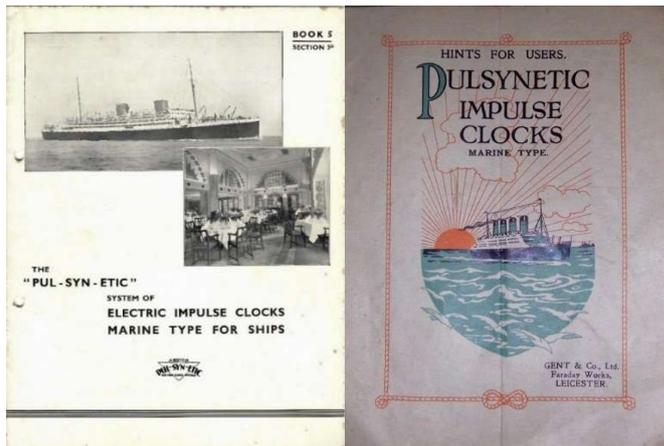
En la anterior figura se puede ver el esquema mecánico del mecanismo de un reloj receptor Magneta.

### 2.3.B.- SYNCHRONOME

El fabricante Synchronome de Glasgow, fabricaba patrones marinos con un motor de corriente alterna de 50 Hz al que ajustaba la frecuencia para avanzar o retrasar uniformemente la hora durante el viaje. Los relojes receptores tenían un motor de corriente alterna. Pasando de 50 Hz a 48 o 52 Hz, el reloj se retrasaba o avanzaba una hora en un día (9).

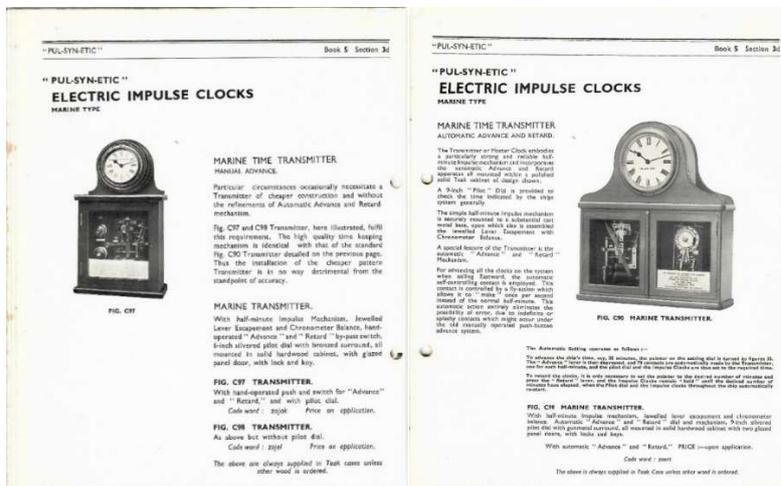
### 2.3.C.- GENT- PULSYNETIC

El catálogo de 1934 de relojes marinos de Gent (fabricante de la marca Pulsynetic), perteneciente a la biblioteca de Georges Auroux, es una fuente de información que a continuación detallaremos. La casa Gent suministraba los relojes a la Cunard.



Primera página de catálogos Pulsynetic para marina (19)

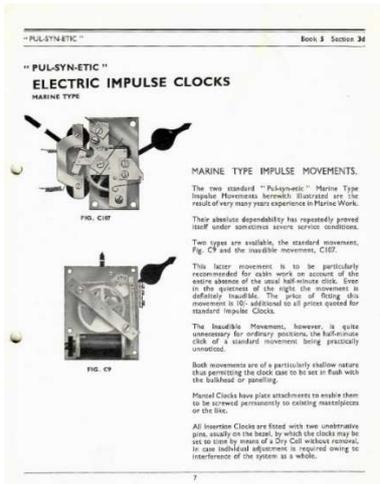
## Relojes patrón



Estos patrones generaban impulsos cada medio minuto sin cambiar la polaridad. Estaban instalados en un armario de teca, y poseían una esfera para conocer la hora que marcan los receptores. El escape está montado sobre rubís.

El modelo de la izquierda era manual, era más económico, y el avance y retraso se operaba manualmente con un pulsador. El modelo de la derecha tenía un mecanismo automático de avance que generaba un impulso cada segundo hasta completar el número de minutos fijado. El retraso también era automático, parando todos los relojes receptores el tiempo predeterminado. Por ejemplo, si el avance de la hora del barco era 35 minutos, se colocaba el puntero en 35 y genera 35 impulsos automáticos seguidos. En navegación al oeste el reloj estaría 35 minutos parado sin generar impulsos. (19)

## Los receptores



El modelo de más arriba era inaudible, para camarotes, 10 libras más caro. El modelo de abajo era el standard. (19)

### Los relojes receptores



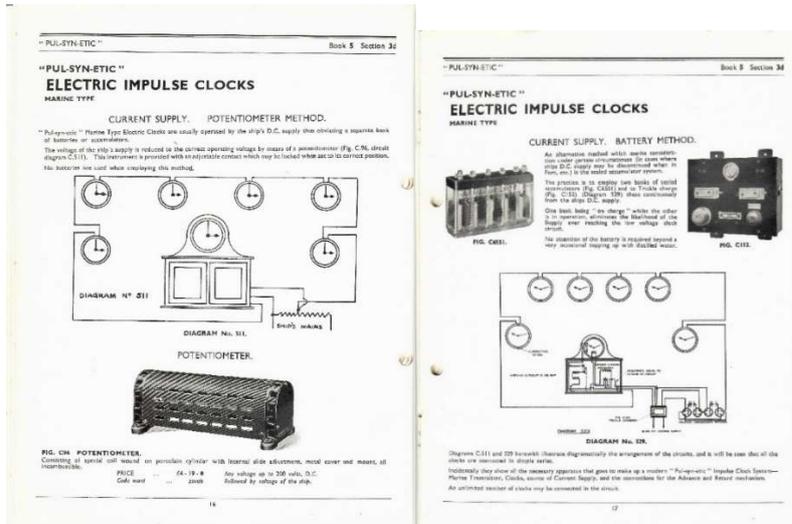
Había modelos de todos tipos: Empotrados o no, suspendidos, y de sobremesa. (19)

### Indicador automático de progreso del barco



Era un mapa en relieve, en el ejemplo, UK a Buenos Aires, generalmente fijado a la entrada del salón de primera clase. Un pequeño barco era movido a través de la ruta repetitiva por los impulsos del patrón. Su avance estará relacionado con la velocidad del barco y su progreso diario. Unas luces simulan la salida del sol y la puesta. Los mecanismos que lo movían estaban en una cabina contigua. (19)

## Los circuitos eléctricos

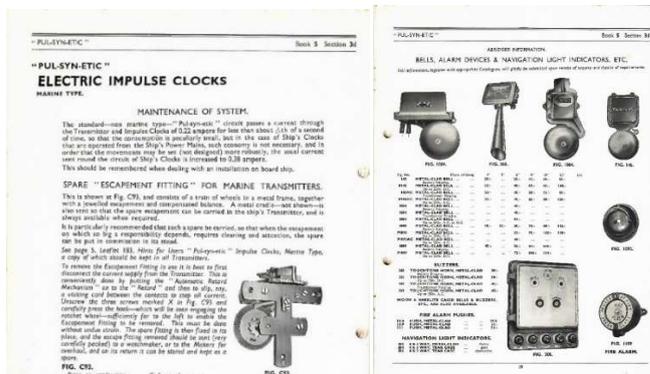


Se utilizaba normalmente la corriente continua del barco. En el circuito eléctrico en serie con el patrón y los receptores se regulaba la intensidad con un reóstato. (19)

En caso de electricidad discontinua, o en puerto, la corriente continua cargaba alternativamente dos grupos de batería, una en carga otra en uso.

La intensidad era 0,38 A en aplicaciones marítimas, en lugar 0,22 A en tierra.

## El recambio de escape / Timbres sirenas



Se suministraba un recambio de escape para colocarlo cuando era necesario hacer un mantenimiento del primero. (19)

## Lista de instalaciones principales



## **BIBLIOGRAPHY**

1. **ClockDoc.** *ClockDoc*. [En línea] 2023. <https://clockdoc.org/Default.aspx?moid=54531>.
2. **Dwivedi, Prakash.** *Time (About time,. A first look at the nature of time)*.
3. **Galison, Peter.** *Relojes de Einstein, mapas de Poincaré*. Barcelona : Critica, 2004.
4. **Gould, R. T.** *The Marine Chronometer*. Londres : J. D. Plotter, 1923.
5. **Berthoud, Ferdinand.** *Traité des Horloges Marines*. Paris : s.n., 1773.
6. **Le voyage de l' ISIS.** *Horlogerie Suisse*. [En línea] 2022. <https://horlogerie-suisse.ch/des-horloges-marines-de-f-berthoud-et-des-epreuves-quelles-subirent-en-mer-jsh-1952-6eme-partie/>.
7. **Overton, George L.** *Clocks and Watches*. London : Sir Isaac Pitman and Sons Ltd, 1922.
8. **Le Problème de l'Heure.** Brillié, Henri Maurice. 1914, Publications du Journal Le génie Civil, Paris.
9. **Simon, Robert A.** *The Marine Master Clock*. 2007.
10. **Halpern, Samuel.** *Titanic's Master of Time*. 2019.
11. **Rau, William H.** *Grand Staircase aboard the RMS Olympic*. *Wikimedia*. [En línea] 1911. [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:c\\_\(William\\_H.\\_Rau\\_1911\).jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:c_(William_H._Rau_1911).jpg).
12. **Le site du Titanic.** [En línea] 1998. <https://titanic-1912.fr/page132.htm>.
13. **Martin Fischer - Magneta.** *The Magneta Company, Zurich Switzerland*. Toronto : Fred. M. Fischer Toronto Representative, 1915 aprox.
14. **Magneta.** *ClockDoc*. [En línea] 1915. <https://clockdoc.org/Default.aspx?moid=23446>.
15. **M. Viredaz.** *Magneta Inducta historique*. *ClockDoc*. [En línea] 2023. <https://clockdoc.org/Default.aspx?moid=25097>.
16. **Magneta.** *ClockDoc*. [En línea] 1904. <https://clockdoc.org/default.aspx?moid=23411>.
17. —. *ClockDoc*. [En línea] 1919. <https://clockdoc.org/Default.aspx?moid=23422>.
18. **ClockDoc.** *Fischer Marine Master*. *ClockDoc*. [En línea] 2023. <https://clockdoc.org/Default.aspx?moid=58161>.
19. **Gent & Co., Ltd.** *The Pul-syn-etic system of electric impulse clocks marine type for ships*. Leicester, UK : s.n., June de 1934.
20. **Ateliers Brillié Frères.** *Diversos catálogos comerciales de la casa Électrique Brillié*. s.l., Francia : Ateliers Brillié Frères, 1925-1935 aprox.