

2020

Relojes de péndulo del Observatorio Nacional Argentino

Versión abril 2020

SANTIAGO PAOLANTONIO

paolantoniosantiago@gmail.com



En su inicio el [Observatorio Nacional Argentino](#) tuvo como principal meta la formación de [catálogos de posiciones de las estrellas australes](#). Con este propósito se adquirió un [círculo meridiano](#), el que por muchas décadas fue considerado el instrumento más importante de la institución^[1]. Este tipo de telescopios se mueven únicamente sobre el meridiano del lugar, esto es, siguiendo el círculo máximo que pasa por el cenit y une los puntos Sur y Norte. Mientras que la declinación de los astros es medida a partir de la lectura de grandes círculos graduados con que cuenta el instrumento, las ascensiones rectas se determinan por el tránsito de las estrellas por una serie de hilos de un retículo visible en el ocular. El momento de cada tránsito debe ser establecido con la mayor exactitud posible, por lo que es necesario contar con un reloj de alta precisión. A su vez, siguiendo un proceso inverso, si se cuenta con estrellas de referencia cuyas posiciones son conocidas con exactitud, es posible [determinar la hora](#) (Paolantonio y Minniti 2009; Minniti y Paolantonio 2009).

Círculo meridiano y reloj se constituyen en un conjunto inseparable que permiten obtener tanto posiciones precisas de objetos celestes como la hora exacta.

Para concretar los trabajos emprendidos, a lo largo del tiempo, el [Observatorio Nacional Argentino](#) adquirió varios relojes de precisión, los mejores disponibles en cada época. Hasta la aparición de los relojes con cristales de cuarzo, los de péndulo fueron sinónimo de alta precisión. A lo largo de casi un siglo, entre 1871, fecha de la fundación de la institución y la década de 1960^[2], se adquirieron a los más reconocidos constructores cinco péndulos, en la actualidad resguardados por el [Museo Observatorio Astronómico](#).

El primero, reloj Tiede N° 373

Junto al [círculo meridiano](#), el director fundador, [Dr. Benjamin Gould](#), encargó en 1870 un reloj de péndulo a Christian Friedrich Tiede de Berlín, uno de los últimos fabricados por este notable artesano. A mitad del siglo XIX los relojes Tiede eran reconocidos en el mundo astronómico por su calidad y muchos observatorios contaban con ellos.

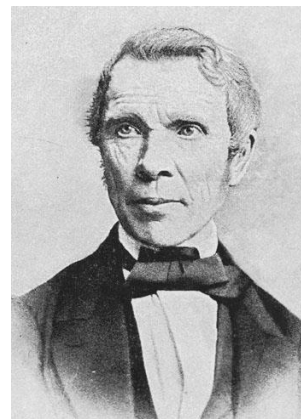
El Tiede del Observatorio Nacional Argentino, registrado con el número 373, indica tiempo sidéreo^[3]. La esfera, de 21 cm de diámetro, marca los minutos, tiene fondo plateado con gráfica en negro. También, incluye un dial menor para las horas (en números romanos) y un dial segundero.

Su péndulo es “de parrilla”, inventado a fines del siglo XVII con el objeto de compensar las irregularidades en la marcha del reloj provocadas por los cambios de la temperatura ambiente. Esto sucede debido a que las variaciones de temperatura, por efecto de la dilatación, modifican la longitud del péndulo de la cual depende su período^[4]. En la figura 3 se explica el principio de funcionamiento del péndulo de parrilla, mostrado en detalle en la figura 4.

El péndulo de parrilla fue muy utilizado en relojes de alta precisión, sin embargo, demostró tener algunos inconvenientes, principalmente relacionados con la fricción de las varillas en los puentes de bronce, fenómeno que, en ocasiones, ante una modificación de la temperatura la longitud del péndulo cambiaba bruscamente influyendo en la marcha del aparato.

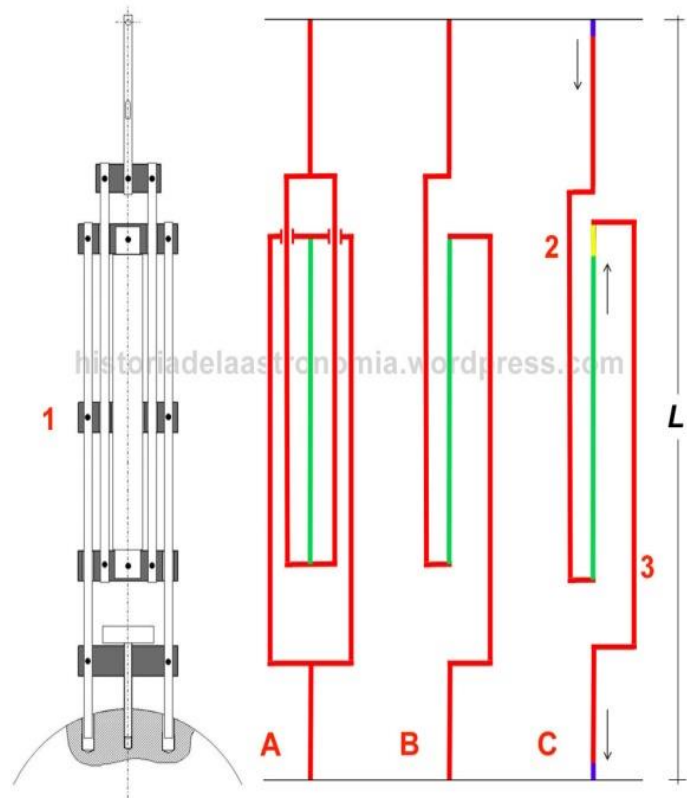


1. Christian Friedrich Tiede (1794-1877). (Buch: C.Dietzschold; "Der Cornelius Nepos der Uhrmacher", Krems 1910, tomado de upload. [wikimedia.org/wiki/File:Christian_Friedrich_Tiede.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Christian_Friedrich_Tiede.jpg))



2. Reloj Tiede N° 373 y detalle de su esfera. En el centro de la aguja del dial horario se introduce una pequeña manija que permite subir la pesa. (MOA, S. Paolantonio 2012) Dimensiones: Gabinete de madera (caoba): ancho 30,5cm, alto 125cm, prof.: 17,5cm Diámetro de la esfera: 21 cm

3. En A se presenta un esquema simplificado del péndulo del reloj Tiede mostrado a la izquierda (el dibujo se ha realizado con escalas vertical y horizontal diferentes). El puente 1 tiene como único propósito mantener las distancias entre las varillas, debido a que son delgadas y largas. Teniendo en cuenta que no interviene en la compensación, en los esquemas siguientes no se incluyó. En rojo se indican las varillas fabricadas con acero, mientras que en verde con zinc. Para mayor claridad, en el esquema B se dibujó únicamente una de las partes de la "parrilla", siendo la otra simétrica. En C, se representan en azul los incrementos de longitud de los brazos de acero 2 y 3, como consecuencia de un aumento dado de temperatura, mientras que en amarillo se hizo lo propio con la varilla de zinc. Los incrementos dependen directamente del coeficiente de dilatación lineal del material (incremento de longitud por grado de variación de temperatura) y de su longitud. Debido a que el zinc tiene un coeficiente unas 2,5 veces mayor que el del acero, eligiendo adecuadamente los largos de las varillas, es posible lograr que el aumento de longitud



de la de zinc (amarillo) sea igual al de las de acero (suma de los dos segmentos azules). De este modo, la longitud total del péndulo (L) se mantiene inalterada^[5]. (Esquema S. Paolantonio).



4. Detalle de los extremos del péndulo del Tiede 373. El peso cuenta con un registro graduado (1) que permite variar la longitud del péndulo (MOA, S. Paolantonio 2012).



El Teide N° 373 entró en funciones en 1872, y en palabras del Dr. Gould estaba ligeramente sobre compensado (Gould, 1881; XXXVII).

Debido a que la sala meridiana era muy pequeña, el instrumento fue instalado en la oficina contigua ocupada por el director. Estaba vinculado "telegráficamente" (eléctricamente) con un [cronógrafo](#), aparato que permitía registrar las señales de tiempo sobre una hoja de papel. Para este fin, el reloj fue pedido con un conmutador eléctrico, el que a su vez debía poder comandar otros dispositivos. Sin embargo, el fabricante incluyó un conmutador que no cumplía con este requisito, por lo que se debió agregar otro fabricado en Córdoba. El interruptor tenía problemas con las variaciones de amplitud del péndulo y con los contactos que se oxidaban o quemaban por las chispas producidas en las interrupciones, por lo que requirió frecuentes mantenimientos (Minniti y Paolantonio 2009).

Este conmutador se dispuso de modo que permitía interrumpir una conexión telegráfica, lo que posibilitó su utilización para la emisión de la [señal horaria](#) y los trabajos realizados para determinaciones [de las longitudes geográficas](#) de las principales ciudades de la Argentina. Gould explica cómo se daban las interrupciones:

"Detrás de la esfera hay un martillo oscilatorio que hace registrar las indicaciones del reloj sobre el cronógrafo, por medio de una interrupción de 0^s,02 al pasar el péndulo por su posición vertical, todos los segundos con excepción del primero de cada minuto." (Gould, 1881; XXXVII).

Este reloj se ocupó hasta fines del siglo XIX en las mediciones meridianas y en las primeras emisiones de la hora a través de la red telegráfica. Hoy se encuentra ubicado en la cúpula de la torre noroeste.

Reloj Fénon N° 195

Siendo director el [Dr. John M. Thome](#), en ocasión de su visita a París realizada en 1900 para asistir al [Congreso de la Carte du Ciel](#), adquirió un nuevo reloj, fabricado por el francés Auguste



Gabinete de madera: ancho: 35cm, alto:135cm, prof.:19,7cm
Diámetro esfera: 21 cm
Recipiente con mercurio:
 Diámetro: 6 cm, largo: 14 cm



5. Reloj Fénon N° 195 del Observatorio Nacional Argentino y detalle de su esfera. Arriba del 18 se distingue un orificio donde se introduce una "llave" que permite subir la pesa. En la imagen de la izquierda puede apreciarse la pesa y el péndulo con su peso (recipiente con mercurio), cuyo detalle se ve abajo. Cuenta con registro (1) graduado que permite cambiar la longitud del péndulo (MOA, S. Paolantonio 2012).



6. Auguste Fénon (1843-1912), constructor parisino de relojes de precisión (Laurent 2001, p. 11).



Fénon, con la intención de que sea un reemplazo superador al ya veterano Teide. El instrumento comprado está registrado con el número 195 y al igual que su predecesor indicaba tiempo sidéreo. El pago fue de 2682 FF (con accesorios, Thome a Fraissinet 1902 en Chinnici 1999, 185-186) y llegó a Córdoba en 1902.

La esfera del reloj tiene un diámetro de 21 cm y fondo plateado, cuenta con doble numeración, romana en negro (1 a 12 horas) y arábiga en rojo (14 a 22 h), así como un dial segundero independiente.

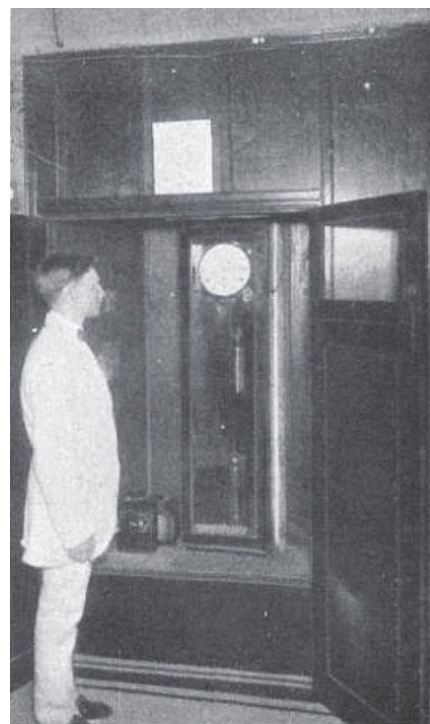
En este caso, el péndulo está compensado con mercurio, solución inventada por George Graham en 1721. El peso del péndulo consiste en un recipiente que contiene mercurio. Ante un aumento de temperatura, la varilla de acero del péndulo incrementa su longitud, mientras que el mercurio también se expande elevando su nivel dentro del recipiente, de modo tal, que se conserva la posición del centro de masa del conjunto (varilla – peso), lo que mantiene invariante el período de oscilación. Otro tanto ocurre en sentido inverso, cuando la temperatura baja. Aunque la idea es simple y efectiva, la mayor inercia térmica del recipiente con mercurio en comparación a la de la varilla del péndulo, provocaba inconvenientes cuando los cambios de temperatura eran bruscos, lo que modificaba la marcha del reloj.

Otro problema de este péndulo en particular fue el contacto el eléctrico destinado al control del [cronógrafo](#). En 1904 Thome se quejaba de que solo había podido utilizar el reloj un mes, debido a que el contacto se accionaba en forma totalmente irregular (Thome a Fraissinet 29/4/1904 en Chinnici 1999, 193). El contacto debió ser reparado para poder finalmente emplearlo.

El reloj Fénon se utilizó para las observaciones meridianas hasta 1910, cuando se lo reemplazó por un reloj Riefler (dirección de [Dr. Charles D. Perrine](#)). Ese año fue modificado



7. Reloj Fénon N° 195, se aprecia la esfera, la pesa impulsora y el péndulo con su peso (MOA, S. Paolantonio 2012).



8. El reloj Fénon en 1912, instalado en un armario, dispuesto para la emisión de la hora a través del telégrafo. En la fotografía aparece el entonces ayudante Luís Guerín (*Caras y Caretas*, 30/11/1912).

para que indique tiempo medio, y se lo destinó exclusivamente a la [emisión de la hora](#). En primer término se realizó a través del telégrafo y luego empleando el teléfono, todos los días a las 11 horas. En diciembre de 191 se le adicionó un interruptor eléctrico que permitió automatizar el proceso (hasta ese momento manual), para lograr una mayor precisión. Se lo ubicó en un armario de madera especialmente diseñado para resguardarlo. Las correcciones se realizaban por la mañana y lograban limitar el error a no más de 0,1 segundos.

Actualmente, este reloj se encuentra en la torre noroeste junto al telescopio refractor de 300 milímetros. En ese lugar se lo empleó por largo tiempo para la formación de astrónomos.

Relojes Riefler N° 155 y N° 330

Luego de casi cuatro décadas de funcionamiento ininterrumpido del [círculo meridiano Repsol de 122 mm](#), en 1907 se decide su reemplazo por [otro de mayor abertura](#). Ese año, el [Dr. Thome](#) viajó a Europa para comprar el nuevo instrumento, oportunidad en que también adquiere un moderno reloj de precisión, fabricado por el constructor alemán Sigmund Riefler. Los relojes de este artesano se constituyeron en un estándar y los más importantes observatorios del mundo contaban con al menos uno.

Además del péndulo maestro, identificado con el N° 155 (año de fabricación 1905), se encargó un reloj esclavo (N° 156) para servirlo. También se compraron diversos accesorios eléctricos (relés, interruptores, reóstatos) necesarios para realizar el vínculo entre ambos relojes y su conexión a un [cronógrafo](#), además de un higrómetro, un barómetro y un termómetro.

El encargo llegó a Córdoba a fines de 1907^[6], pero recién fueron puestos en funciones en



9. Sigmund Riefler (1847-1912) (*Buch: C.Dietzschold: "Der Cornelius Nepos der Uhrmacher", Krems 1910, tomado de http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/4/48/Sigmund_Riefler_00.jpg*)

10. Riefler N° 155. Esfera y máquina. Se señala el microscopio destinado a controlar la posición del péndulo. Se estima que la campana de cristal no es la original, sino otra comprada en 1932 (MOA, S. Paolantonio 2008).



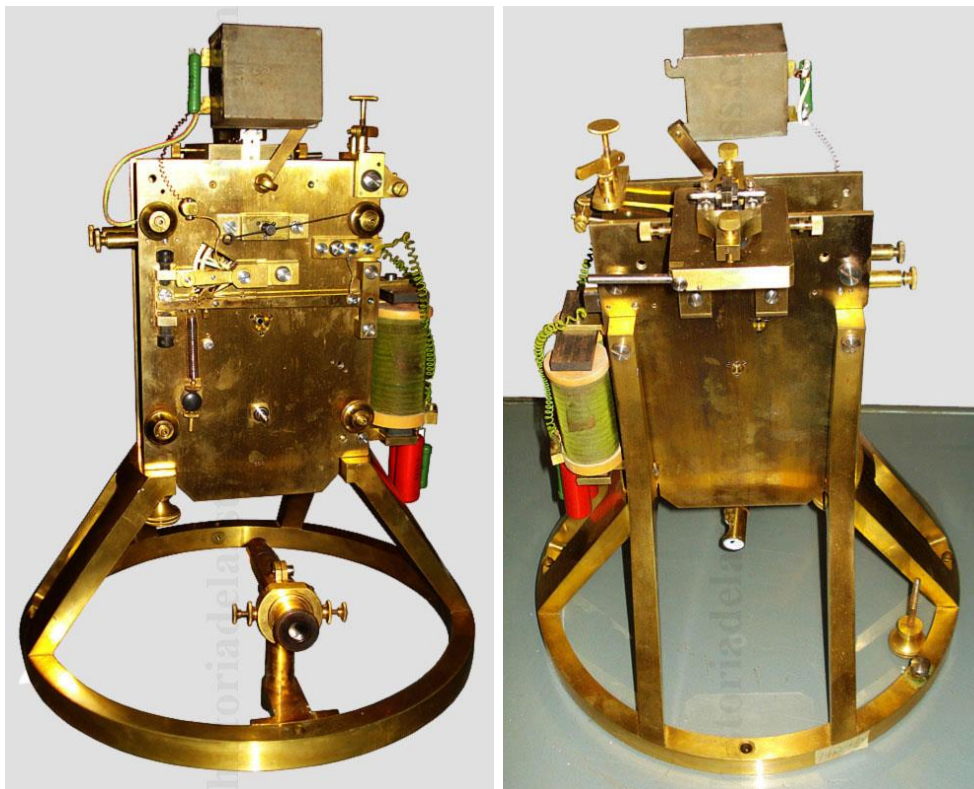
1910 durante la gestión del [Dr. Charles D. Perrine](#), iniciada en 1909. A partir de ese momento, reemplazaron al Fénon en los trabajos meridianos.

Ambos aparatos se instalaron en el sótano del refugio del [nuevo círculo meridiano](#) (ver figura 16), el reloj maestro en un pequeño cuarto hermético ubicado al sur del amplio pilar del instrumento. La temperatura era regulada mediante calefacción por resistencias eléctricas. Si bien este proceder tuvo resultados aceptables, tenía algunos inconvenientes, particularmente vinculados con la falta de constancia en el suministro de la energía eléctrica.

El Riefler N° 155 proporciona tiempo sidéreo y su propulsión es electromagnética, alimentado por baterías de 4 volt (con una batería de reserva). La sincronización maestro-esclavo se realizaba eléctricamente.

A diferencia de los anteriores relojes del observatorio, el Riefler maestro cuenta con un péndulo con varilla de “invar”, una aleación de muy bajo coeficiente de dilatación^[7], lo que hace innecesaria otra compensación. El péndulo, que tiene un peso de forma cilíndrica (N° 735), fue diseñado específicamente para la posición del observatorio de Córdoba, latitud 31° 25' y altura sobre el nivel del mar de 415 metros. El reloj también dispone de un escape libre mejorado. La máquina está protegida por una campana de vidrio y el péndulo oscila dentro de un recipiente cilíndrico de vidrio. Unidos entre sí, sellados por una capa de vaselina, forman un conjunto hermético (cámara de vacío) al que se le puede extraer el aire empleando una bomba de aire manual (parecida a un inflador de bicicleta). De este modo, se eliminan las interferencias por el rozamiento del aire y las variaciones de presión. En 1957 se le elaboró una cámara de vacío metálica, seguramente luego de romperse el recipiente original de vidrio (ver figura 15).

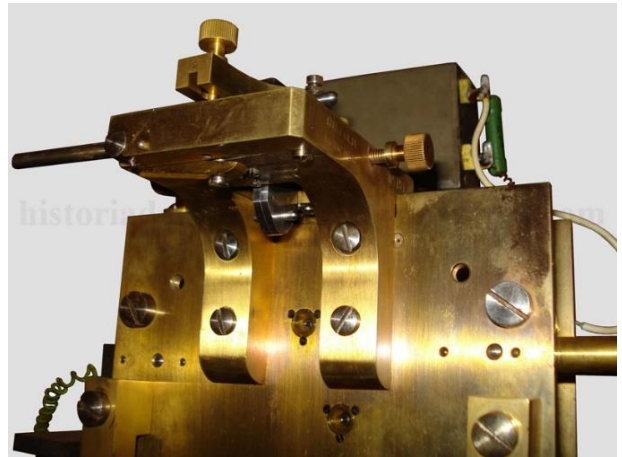
El reloj N° 155 cuenta con una esfera desmontable con fondo plateado y gráfica en negro, con una aguja que marca los minutos, y dos diales menores independientes, uno horario y un segundero, todos con números arábigos.



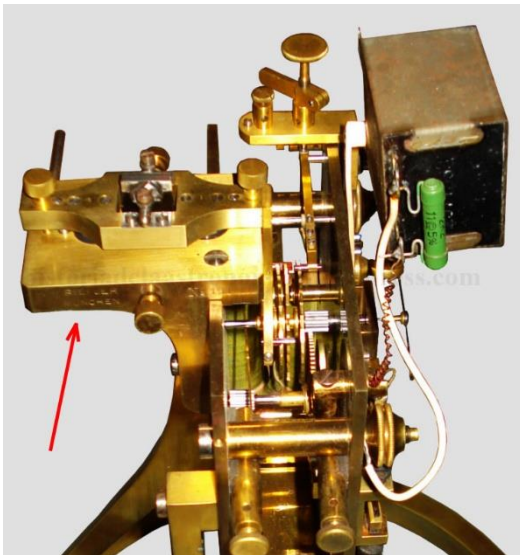
11. Riefler N° 155. Izquierda: frente sin la esfera, se aprecia el microscopio para controlar la posición del péndulo. Derecha: lado posterior, arriba se identifica el soporte del péndulo, al centro, en el cuerpo, tiene grabado el número 155 (MOA, S. Paolantonio 2011).



12. Detalle del microscopio para controlar la posición del péndulo (MOA, S. Paolantonio 2011).



13. Soporte del péndulo (MOA, S. Paolantonio 2011).



14. Izquierda soporte del péndulo. La pieza, tiene grabado en un costado la leyenda: "RIEFLER MUNCHEN", "N° 191" y en el otro lado "DRP 50739" (MOA, S. Paolantonio 2011).

15. La cámara de vacío del péndulo del Riefler maestro N° 155 era de vidrio. En 1957 se construyó en el observatorio una de metal, seguramente luego de la rotura de la original. A la izquierda y arriba, pueden apreciarse las salidas de las conexiones (2 de alimentación, 2 de vínculo con el reloj esclavo y 2 del control del cronógrafo).

Abajo, detalle de la válvula para la extracción del aire. Se le practicó una pequeña ventana circular para poder ver el péndulo en el interior de la cámara (MOA, S. Paolantonio 2011).

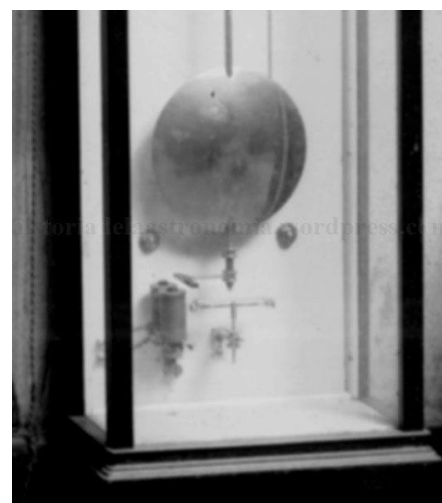




16. Reloj esclavo Riefler 156. A la derecha, el reloj instalado en el sótano del refugio del [nuevo círculo meridiano Repsold](#) (1929) (Archivo OAC, digitalización S. Paolantonio).



17. Esfera del reloj esclavo Riefler N° 156 del Observatorio Nacional Argentino (MOA, S. Paolantonio 2013).



18. Detalle del extremo del péndulo del Riefler esclavo N° 156, en el que se aprecia el electroimán que permite la sincronización del mismo con el reloj maestro (1919) (Archivo OAC, digitalización S. Paolantonio).

El reloj esclavo N° 156, también tiene un péndulo con varilla de invar, aunque su peso tiene forma de lenteja. Al igual que el maestro es electromagnético, alimentado por una batería de 4 volt (con una de reserva). Cuenta con escape tipo Graham. La esfera es similar al patrón, con la diferencia que el dial horario tiene números romanos negros (1 a 11 h) y arábigos rojos (12 a 23h). El gabinete es de vidrio con armazón de madera.

Observaciones realizadas en la vecina Oficina Meteorológica, habían permitido verificar que a una profundidad de 10 metros la temperatura se mantenía prácticamente constante a lo largo de todo el año, por lo que prontamente se planeó instalar los relojes a esa profundidad para eliminar el sistema de regulación, y evitar de este modo los inconvenientes antes mencionados.

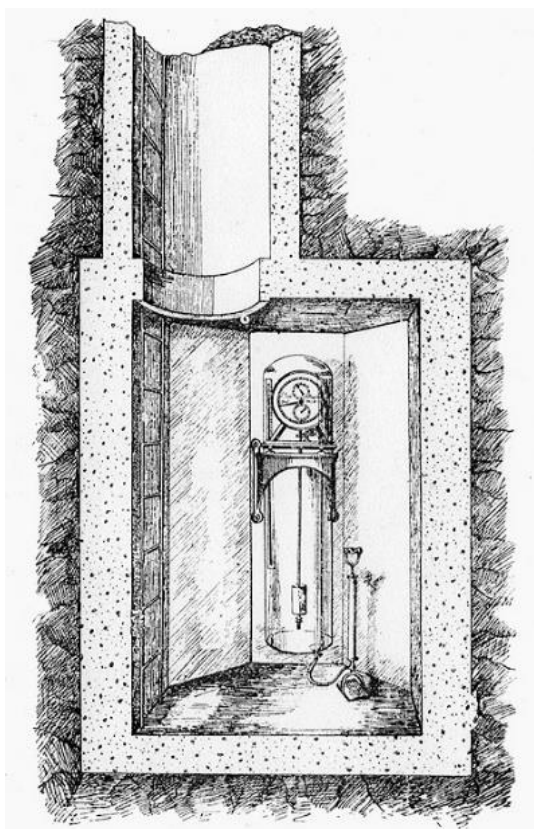


20. Riefler esclavo N° 156, hoy, instalado en el interior del pilar del telescopio de 1,54 m de la Estación Astrofísica de Bosque Alegre. El electroimán de sincronización con el reloj maestro fue eliminado. A la izquierda de la esfera se distinguen cuatro conexiones, dos para la alimentación del reloj y dos para el control del cronógrafo (y en Bosque Alegre, del sistema de relojería del telescopio) (S. Paolantonio 2015).

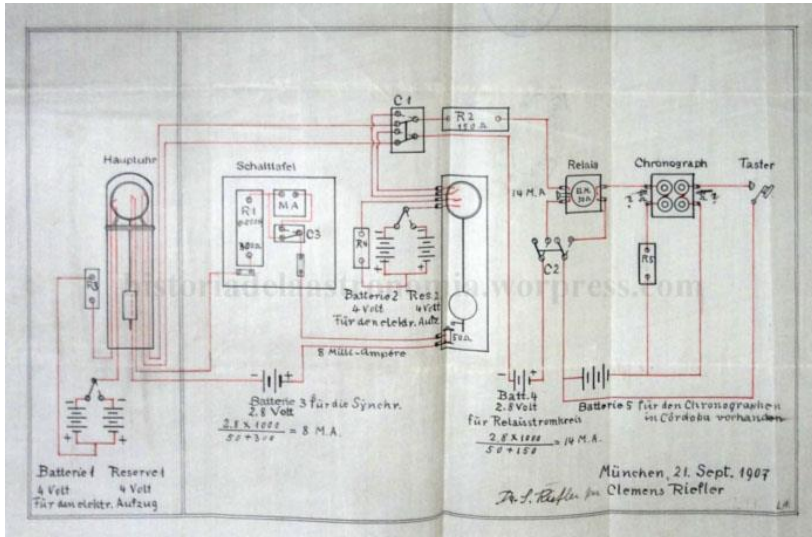
La idea recién pudo concretarse en 1919. Se excavó un pozo de dos metros de diámetro que llegaba a los diez de profundidad, y en el fondo se construyó una habitación de 2,20 metros de altura, de forma interna octogonal y externa cilíndrica. Las paredes, de 25 cm de espesor, fueron realizadas en hormigón con el agregado de “Ceresita”, un aditivo hidrófugo, para impedir el paso de la humedad. El proyecto del refugio fue realizado por el astrónomo Meade Zimmer, quien también se encargó de dirigir su construcción.

En el denominado “pozo de los relojes” se instalaron los Riefler maestros, sobre paredes distintas, estando los planos de oscilación de los péndulos a 90° entre sí, disposición que disminuía la posibilidad de que ambos instrumentos se detuvieran ante eventuales sismos (Zimmer 1920). El lugar preveía la posibilidad de incluir un tercer reloj.

En 1943, el Riefler N° 156 fue transformado a reloj independiente e instalado en el interior del pilar del telescopio de 1,5 metros de la Estación Astrofísica de Bosque Alegre, con el propósito de accionar el mecanismo de sincronización del sistema de relojería del reflector.



19. El pozo de los relojes. Esquema realizado por Zimmer (Zimmer 1920) y vista del pozo hoy (S. Paolantonio, 2012).

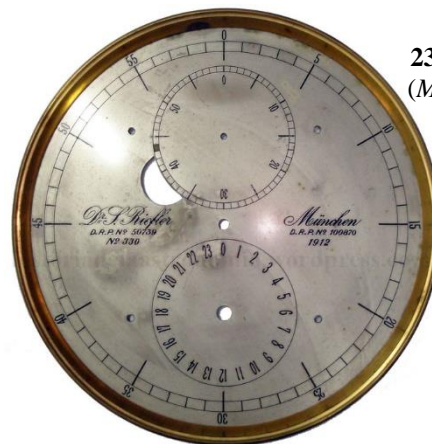


21. Esquema de conexiones entre el reloj maestro N° 155, el esclavo N° 156 y cronógrafo, de Clemens Riefler, fechado en 1907, que forma parte de la documentación original existente en el [Archivo del Museo del Observatorio Astronómico de Córdoba](#) (MOA, identificado y digitalizado S. Paolantonio).

En 1913 llegó al Observatorio un segundo reloj Riefler, identificado con el N° 330, fabricado el año anterior. Sus características son idénticas al N° 155, a excepción del recipiente del péndulo, el que es de cobre en lugar de vidrio.



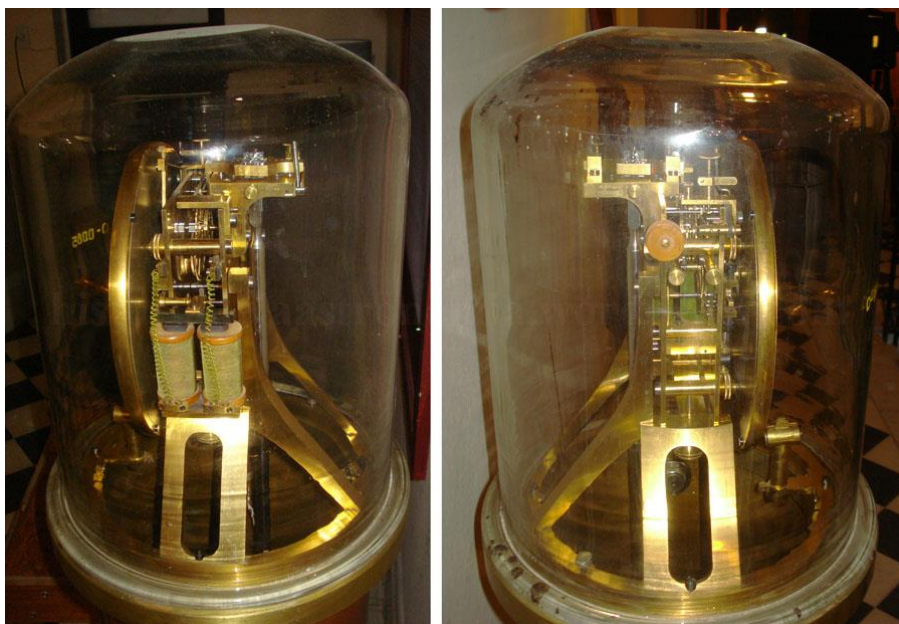
22. Riefler N° 330 del Observatorio Nacional Argentino. El péndulo se encuentra contenido en el recipiente cilíndrico. Campana: Ø 31 cm, alto: 41 cm. Alto total: 141 cm. (MOA, S. Paolantonio 2011).



23. Esfera del Riefler N° 330 (MOA, S. Paolantonio 2011). Diámetro: 24 cm

24. Microscopio del Riefler N° 330 (MOA, S. Paolantonio 2011).





25. Dos vistas de la máquina del Riefler N° 330. Como en el N° 155, el soporte del péndulo tiene grabado en un costado la leyenda: "RIEFLER MUNCHEN", "N° 297" y en el otro lado "DRP 50739" (MOA, S.P. 2011).

26. Riefler N° 330. Izquierda, boquilla a la que se conectaba la bomba de aire manual para hacer vacío en el interior del recipiente. Derecha, salida de los cables destinados a la alimentación, sincronización con el reloj esclavo y el control del cronógrafo (MOA, S. Paolantonio 2012).



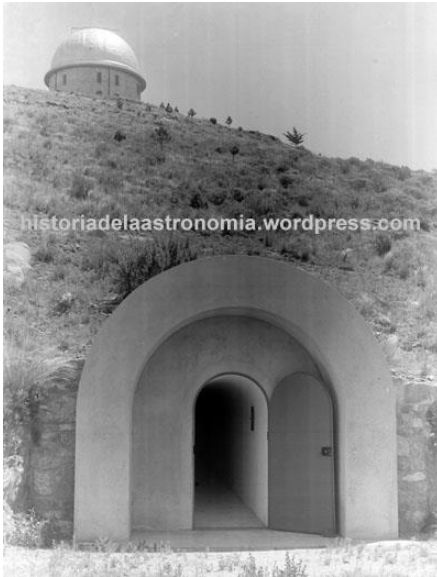
El Riefler N° 330 fue montado junto al N° 155 (Zimmer, 1929; 8) en el sótano del refugio del [nuevo círculo meridiano](#) y posteriormente en el pozo de los relojes.

Los relojes Riefler funcionaban excelentemente y podían conservar una marcha uniforme durante largos períodos, por lo que se aprovechó esta cualidad para realizar estudios de fenómenos singulares de variaciones diurnas y anuales (Guerín, 1929). La precisión de estos instrumentos era del orden de las centésimas de segundo por día (NIST, 2012).

El Riefler N° 155 se encuentra resguardado en el depósito del [Museo Astronómico](#), mientras que el N° 330 está exhibido en el Área del Tiempo en el pasillo principal de la sede del [Observatorio Astronómico de Córdoba](#) al oeste.

Reloj Shortt N° 55

Cuando en la década de 1930 la construcción de la [Estación Astrofísica de Bosque Alegre](#) estaba avanzada, teniendo en cuenta la positiva experiencia con el pozo de relojes, se planeó la construcción de un habitáculo similar. Aprovechando la estructura rocosa del lugar, varios metros por debajo del nivel de la cúpula principal, a mitad de camino entre ésta y el pabellón del Círculo Meridiano, se taladró el cerro 35 metros, empleando dinamita y pico. Al final de este túnel se abrió una habitación de unos 3 metros de lado para contener el reloj patrón que serviría a la estación^[8] (Paolantonio y Minniti, 2009).



27. Túnel de los relojes en la Estación Astrofísica de Bosque Alegre. Izquierda, luego de su terminación (Archivo OAC, digitalización S. Paolantonio). Derecha, el túnel hoy (fotografía Federico Fortini) [Otras fotografías del [túnel hoy](http://www.behance.net/gallery/Mr-Perrines-Tunnel/4766929), por Federico Fortini en <http://www.behance.net/gallery/Mr-Perrines-Tunnel/4766929>]

Terminado el túnel, el 11 de mayo de 1935 el Dr. Perrine solicitó al Ministro del cual dependía la compra de un nuevo reloj. La autorización llegó el 24 de junio de 1935, aprobaba la adquisición de un péndulo “Shortt”. Diseñado por William Hamilton Shortt y construido en asociación con la Metronome Company de Londres, era el más preciso reloj de la época. El valor acordado fueron 250 libras pagaderas en moneda nacional (Boletín oficial, 25/10/1935).



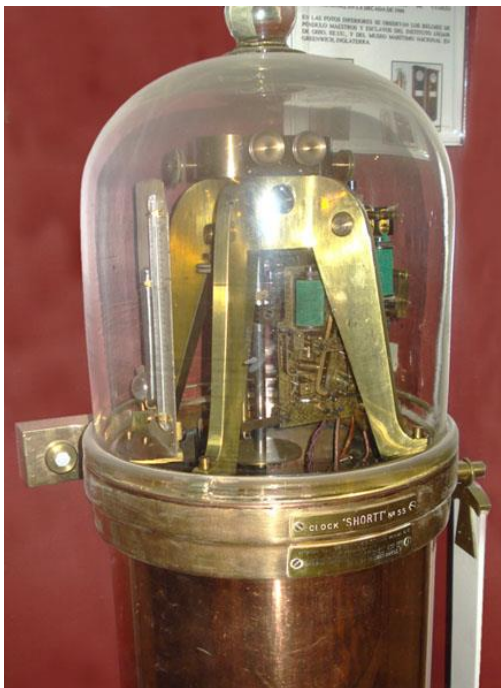
28. William Hamilton Shortt (1881-1971) (watch-wiki.org/index.php?title=Datei:Schortt._William_Hamilton.jpg)

29. Reloj patrón Shortt N° 55 del Observatorio Nacional Argentino. Abajo, detalle de las placas que lo identifican (MOA, S. Paolantonio 2015/08).



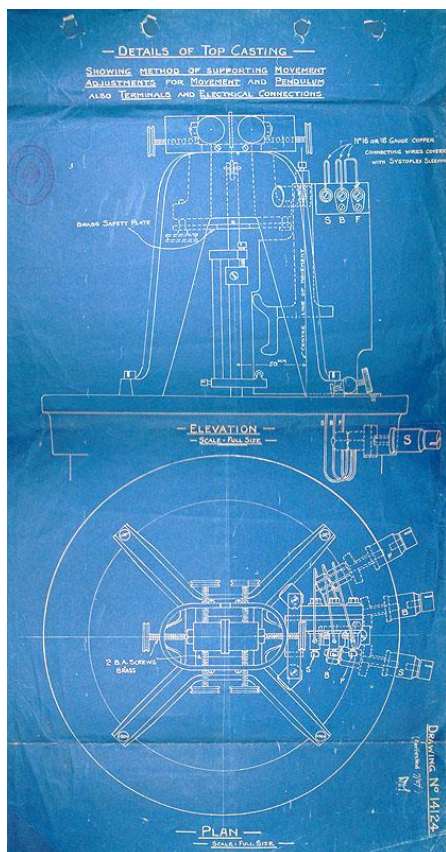
El péndulo arribó a Buenos Aires en el Sultan Star en junio de 1936, en dos cajones. Los trámites aduaneros se demoraron, por lo que recién llegó a Córdoba el 14 de enero del año siguiente (Nissen 1938), Perrine se había jubilado y era director Juan J. Nissen. Dado que no se requirió en Bosque Alegre, en 1940 fue instalado en el pozo de los relojes.

El Shortt maestro del observatorio argentino, identificado con el N° 55, como en el caso de los Riefler, cuenta con un péndulo libre y un péndulo esclavo, sincronizados eléctricamente. La máquina del maestro (sin esfera), también está contenida en una campana de vidrio y el péndulo de invar en un recipiente de latón, formando un conjunto hermético al que se le puede realizar vacío^[9].



30. Tres vistas de la máquina del Reloj Shortt N° 55 del Observatorio Nacional Argentino. Dentro de la campana hay un termómetro (grados Celsius) y un barómetro de mercurio. Dimensiones: Campana: diámetro 21 cm, alto: 25 cm, Alto total: 125 cm (MOA, S. Paolantonio 2008).





31. Esquema de la máquina del reloj maestro Shortt N° 55 del Observatorio Nacional Argentino, realizado a escala 1 a 1, entregado por el fabricante. Forma parte de la documentación original existente en el Archivo del [Museo Astronómico](#) (MOA, identificado y digitalizado S. Paolantonio).

32. Reloj esclavo que sirve al Shortt N° 55 del Observatorio Nacional Argentino (MOA, S. Paolantonio 2008).



33. Detalle de la esfera del reloj esclavo que sirve al Shortt N° 55 (MOA, S. Paolantonio 2008).

Notas

[1] En esta primera época también se determinaron posiciones estelares utilizando la novísima técnica fotográfica, trabajo que constituyó las [Fotografías Cordobesas](#).

[2] Los primeros relojes de cuarzo del observatorio se gestionaron a principio de la década de 1960. Por licitación pública 1/1964 se compraron dos dispositivos, uno de tiempo medio y otro sidéreo (Landi Dessy J. a Secretario de Industria y Minería 17/7/1962 y Tappa M. a Perimetti H. 29/6/1965. Documentación existente en el Museo Observatorio Astronómico).

[3] El tiempo indicado en la mayoría de los relojes es el denominado “tiempo medio”, determinado a partir de la posición del Sol. Para algunos tipos de observaciones astronómicas, se utiliza con ventaja el “tiempo sidéreo”, obtenido a partir de las estrellas. Un día sidéreo es el tiempo transcurrido entre dos pasos consecutivos de un punto determinado en la esfera celeste – punto Aries o vernal – por el meridiano del lugar. La duración del día sidéreo es aproximadamente 3 minutos y 56 segundos más corto que el día solar medio.

[4] El período de un péndulo, tiempo que tarda en realizar una oscilación, es mayor cuando mayor es su longitud. También depende de la aceleración de la gravedad, la que no cambia en un sitio dado (por ejemplo, Córdoba).

[5] Si la temperatura disminuye la explicación es la misma, a diferencia que los largos de las varillas disminuyen. En forma simplificada lo que debe lograrse es que:

Coeficiente acero x (longitud brazo 1 + longitud brazo 2) = coeficiente zinc x longitud varilla de zinc.

Dado que el coeficiente del zinc es 2,5 veces mayor que el del acero, su longitud deberá ser menor en igual proporción respecto a la suma de las longitudes sumadas de las varillas de acero.

[6] Todos los elementos llegaron a Buenos Aires desde Bremen en el buque Darmstadt, en 8 cajas que totalizaban 582 kg. El costo de toda la compra fue de 3.846 marcos.

[7] El invar es una aleación de acero y níquel, con poco carbono y algo de cromo. Su coeficiente de dilatación es aproximadamente 28 veces menor que el del acero. Fue conseguida en 1896 por Charles-Edouard Guillaume, físico suizo, premio Nobel en 1920.

[8] El túnel nunca fue usado, debido a que se determinó que en el interior hueco del pilar del telescopio la estabilidad térmica era excelente, por lo que se optó colocar en el mismo el reloj patrón. El túnel sirvió posteriormente como refugio para un sismógrafo y ¡para estacionar jamones! Como se indicó, en el pilar del telescopio se ubicó el Riefler N° 156, luego de comprobarse que la temperatura permanecía suficientemente constante todo el año para no afectar la marcha del aparato (con una variación de apenas 0,1 °C al año).

[9] Una detallada explicación del funcionamiento de este tipo de relojes puede leerse en “Relojes eléctricos, La historia del desarrollo de los relojes eléctrico. H, El péndulo libre de Shortt”, por J. E. Bosschietter, en <http://www.electric-clocks.nl/clocks/es/pagina10S.htm> .

Referencias

- Chinnici I (1999). La Carte du Ciel. Correspondance inédite conservée dans les archives de L'Observatoire de Paris. Palermo: Observatoire de Paris - Osservatorio Astronomico di Palermo G. S. Vaiana.
- Gould, B. (1881). Observaciones del año 1872. Resultados del Observatorio Nacional Argentino, Vol. II. Buenos Aires: Imprenta de Pablo E. Coni.
- Guérin, L. (1929). El Observatorio Nacional de Córdoba, El Catálogo Astrográfico y Las Cartas del Cielo, Conferencia, Anales Sociedad Científica Argentina. Buenos Aires.
- Laurent, P. (2011). Paul Guadet et les écoles nationales d'Horlogerie de Besançon et d'Optique de Morez, p.11. Disponible en <http://www.insitu.culture.fr/pdf/poupard-902.pdf>.

- Minniti, E. y Paolantonio, S. (2009). Córdoba Estelar. Historia del Observatorio Nacional Argentino. Observatorio Astronómico de la Universidad Nacional de Córdoba. Córdoba: Editorial de la Universidad.
- Nissen, J. J. (1938). Informe al Ministro correspondiente al año 1937.
- NIST Physics Laboratory, A Walk through Time. A Revolution in Timekeeping, en <http://physics.nist.gov/GenInt/Time/revol.html>. Consultado agosto 2012.
- Paolantonio, S. y Minniti, E. (2009). *Historia del Observatorio Astronómico de Córdoba*, en Historia de la Astronomía Argentina, Ed. Romero G. E., Cellone S. A. y Cora S. A., Asociación Argentina de Astronomía, Book series, La Plata, pp. 51-167.
- Zimmer M. L. (1920). The new subterranean clock room of the Argentine National Observatory. The Astronomical Journal, Vol. XXXII, 768, 137-138.
- Zimmer, M. L. (1929). Primer catálogo fundamental de Córdoba de 761 estrellas para el equinoccio medio de 1900. Resultados del Observatorio Nacional Argentino, Vol. 35. Córdoba: Publicado por el observatorio.

Base documental

Documentos e informes al Ministro 1870-1940 existentes en el Museo del Observatorio Astronómico de Córdoba.

Este documento, texto e imágenes, está protegido por la propiedad intelectual del autor. Puede hacerse libre uso del mismo siempre que se cite adecuadamente la fuente:

Paolantonio, S. (2012). Reloj de péndulo del Observatorio Nacional Argentino. Actualización abril 2020. Disponible en <http://historiadelastronomia.wordpress.com/documentos/relojes/>. Recuperado el ... (indicar la fecha).

No se autoriza el uso de la presente obra para fines comerciales y/o publicitarios. Ante cualquier duda dirigirse a: spaolantonio@argentina.com.