



Il Colle di
Galileo

I pendoli dell'Osservatorio di Arcetri

The pendulums of Arcetri Observatory

Simone Bianchi

INAF-Osservatorio Astrofisico di Arcetri, Italia

simone.bianchi@inaf.it

Riassunto. L'Osservatorio di Arcetri possiede due orologi a pendolo di fine '700 e inizio '800, provenienti dalla dotazione della Specola di Via Romana. Se ne traccia qui la storia, insieme a quella di altri pendoli ormai dispersi e di un ultimo arrivo, un pendolo di fine '800 donato dall'Ing. Giacomo Franceschini nel 2023.

Parole chiave: Arcetri, Osservatorio, Officina Galileo, pendoli, misura del tempo.

Introduzione

Ne *Le Operazioni Astronomiche*, scritto al Gioiello di Arcetri sul finire del 1637, Galileo indicava gli strumenti essenziali di un osservatorio:

È noto a ciascuno, due¹ esser i mezzi principalissimi e necessarissimi per far le celesti osservazioni con puntualissima giustezza: l'uno de' quali è il potersi servire d'un misuratore del tempo che senz'errore d'un momento ci somministri l'ore e le loro frazzioni, fino a' minuti primi, secondi e terzi, e più, se più bisognassero; [...] Esattissimo compartitore, in minutissime particelle, del tempo è un pendolo appeso a un sottil filo di qualsivoglia grandezza [...] (Favaro 1897).

Abstract. Arcetri Observatory has two pendulum clocks dating back to the late 18th and early 19th centuries which came from the Specola in Via Romana. Their history is traced here, together with that of other pendulums which have now been lost, and of a last arrival, a late 19th-century pendulum donated by the engineer Giacomo Franceschini in 2023.

Keywords: Arcetri, Observatory, Officina Galileo, pendulums, measuring time.

Introduction

In *Le Operazioni Astronomiche*, written at Villa Gioiello in Arcetri towards the end of 1637, Galileo indicated the essential instruments of an observatory:

Everyone knows that there are two¹ principal and most necessary means of observing the sky with the utmost accuracy: one is to be able to use a time measuring instrument which, without

Ogni osservatorio avrebbe dovuto quindi munirsi di un orologio basato sul principio dell'isocronismo delle piccole oscillazioni del pendolo. Sebbene proprio in quegli anni Galileo abbia studiato, insieme al figlio Vincenzo, un tale meccanismo, il primo orologio realizzato usando il pendolo come *regolatore* venne realizzato solo due decenni dopo, dallo scienziato olandese Christiaan Huygens (1629-1695).

Da allora, gli orologi a pendolo hanno fatto parte della dotazione essenziale di ogni osservatorio astronomico. La Specola dell'Imperiale e Reale Museo di Fisica e Storia Naturale di Firenze, fondata sul finire del XVIII secolo, ne aveva ben quattro, di varia precisione. Parte di questi vennero poi trasferiti al nuovo Osservatorio di Arcetri, inaugurato nel 1872, e successivamente integrati con strumenti più moderni: alcuni esistono ancora, mentre altri sono dispersi. Li descrivo qui in seguito, insieme all'ultimo ingresso nella collezione dell'Osservatorio: un pendolo astronomico dell'Officina Galileo, donato nel 2023 dall'Ing. Giacomo Franceschini (1938-2023).

Il pendolo Kendall

L'orologio più prestigioso e più accurato della Specola era il pendolo costruito dall'inglese Larcum Kendall (1719-1790). L'orologiaio Kendall, attivo a Londra fin dagli anni '40 del XVIII secolo, era celebre per aver collaborato con il *Board of Longitude* inglese ed aver realizzato alcuni cronometri da marina utilizzati nei

a moment's error, gives us the hours and their fractions, down to the first, second and third minutes, and more, if more is needed; [...] A pendulum hanging from a thin wire of any size is a very exact compartmentaliser of time, in minute particles [...] (Favaro 1897).

Every observatory should therefore have been equipped with a clock based on the principle of the isochronism of the small oscillations of the pendulum. Although Galileo had studied a mechanism of this kind at that time, together with his son Vincenzo, the first clock using the pendulum as a *regulator* was not made until two decades later, by the Dutch scientist Christiaan Huygens (1629-1695).

Since then, pendulum clocks have been part of the essential equipment of every astronomical observatory. The Specola of the Imperial and Royal Museum of Physics and Natural History in Florence, founded at the end of the 18th century, had no fewer than four, of varying precision. Some of them were subsequently transferred to the new Arcetri Observatory, inaugurated in 1872, and later supplemented with more modern instruments: some still exist, while others have been lost. I describe them here, together with the latest addition to the Observatory's collection: an astronomical pendulum from Officine Galileo, donated in 2023 by Giacomo Franceschini (1938-2023).

The Kendall pendulum

The Specola's most prestigious and accurate clock was the pendulum built by the Englishman Larcum Kendall (1719-1790). Kendall, a watchmaker active in London from the 1740s,

primi tentativi di determinazione delle longitudini in mare. Uno dei membri del *Board of Longitude* era l'Astronomo Reale Nevil Maskelyne (1732-1811). Proprio a Maskelyne si era rivolto il fisico Felice Fontana (1730-1805), primo direttore del Museo di Firenze, per l'acquisto di vari strumenti scientifici. Fra questi, appunto, il pendolo di Kendall, acquistato nel 1790. Così lo descrive l'astronomo Domenico de Vecchi (1768-1824), primo direttore della Specola:

L'Osservatorio possiede quattro Orologj a pendulo ch'io distinguo con i numeri I, II, III, IV. Il primo segnato N.º I. è dell'artista inglese Kendall. Esso non dimostra nulla di singolare nè di nuovo nel suo meccanismo, ed il suo *scappamento* è quello notissimo di Graham. [...] Il pendulo [...] è composto di 9 verghe di compensazione [...] Io ho riconosciuto l'effetto di questa compensazione col paragone de' passaggi del Sole al meridiano osservati, e calcolati. [...] Queste condizioni [...] pongono il nostro Orologio fra gli ottimi che possono ottenersi per gli usi Astronomici. [...] Quest'Orologio a cui sono solito di rapportare tutte le osservazioni del Sole, delle stelle, e de' pianeti scorre sul moto sidereo, ed è posto nella stanza della Meridiana prossimo all'*Istrumento de' passaggi* (De Vecchi 1810).

Il pendolo Kendall, regolato a tempo siderale, era quindi l'orologio di riferimento (o *normale*) della Specola, continuamente confrontato con le determinazioni di tempo fatte osservando il passaggio degli astri al meridiano celeste. La lunghezza dell'asta del pendolo era mantenuta costante da un sistema di compensazione formato da 9 verghe accoppiate di due metalli con coefficiente di dilatazione diverso, garantendo un'ottima precisione sotto diverse condizioni di temperatu-

was famous for collaborating with the British *Board of Longitude* and making some marine chronometers used in early attempts to determine longitude at sea. One of the members of the *Board of Longitude* was the Royal Astronomer Nevil Maskelyne (1732-1811). It was to Maskelyne that physicist Felice Fontana (1730-1805), the first director of the Florence Museum, had turned for the purchase of various scientific instruments. These included Kendall's pendulum, purchased in 1790. This is how the astronomer Domenico de Vecchi (1768-1824), first director of the Specola, describes it:

The Observatory owns four pendulum clocks, which I distinguish by the numbers 1, 2, 3 and 4. The first one marked No. 1 is by the English craftsman Kendall. It reveals nothing singular or new in its mechanism, and its *escapement* is the well-known Graham escapement. [...] The pendulum [...] consists of nine compensation rods [...] I recognised the effect of this compensation by comparing the passages of the Sun at the meridian observed and calculated. [...] These conditions [...] place our Clock among the finest that can be obtained for Astronomical uses. [...] This Clock, to which I usually relate all my observations of the Sun, stars and planets, runs on sidereal motion, and is situated in the Sala Meridiana next to the *Instrument of Passages* (De Vecchi 1810).

The Kendall pendulum, regulated to sidereal time, was therefore the Specola's reference (or *normal*) clock, continuously compared with the time determinations made by observing the transit of the stars at the celestial meridian. The length of the pendulum rod was kept constant by a compensation system consisting of nine coupled rods made of two metals with different

ra atmosferica: secondo De Vecchi, l'orologio mostrava variazioni medie di solo mezzo secondo al giorno.

Molto probabilmente questo stesso orologio divenne il riferimento di tempo anche per la città di Firenze (e, per estensione, per le linee telegrafiche e ferroviarie che da qui si dipartivano) quando la Specola iniziò a trasmettere, ammainando una bandiera nazionale, il mezzogiorno di tempo medio di Firenze all'orologio della Torre di Palazzo Vecchio, a partire dal 24 dicembre 1860 (Bianchi 2019).

Il Kendall venne poi collocato nella nuova sede dell'Osservatorio ad Arcetri: il giorno dell'inaugurazione dell'edificio principale, il 27 ottobre 1872, lo troviamo nella grande Cupola centrale sopra l'Osservatorio, di corredo al telescopio equatoriale di Amici (Cipolletti 1872). Pochi anni più tardi, nel 1877, il Kendall venne spostato nella Sala meridiana, di nuovo in uso come pendolo normale e di corredo ad uno strumento dei passaggi². Sul finire del XIX secolo, l'orologio venne spostato di nuovo, questa volta nel Cupolino Est in ausilio ad un piccolo equatoriale di Fraunhofer (Abetti 1901b). In questa occasione era dotato di un circuito elettrico collegato ad un cronografo, per registrare su una striscia di carta il tempo durante le osservazioni (ne reca testimonianza una serie di forellini su un lato della cassa in legno).

Dopo la dismissione del Fraunhofer, intorno agli anni '20 del XX secolo, il Kendall tornò nella Sala meridiana e, quando questa fu smantellata con i lavori edilizi iniziati nel 1959, nella saletta al piano focale della Torre Solare. Dal 2002, dopo un sapiente restauro curato dai tecnici Gianni e Paolo Marcucci, l'orologio si trova nella biblioteca dell'Osservatorio (Fig. 1). Regolato oggi sul tempo me-

expansion coefficients, guaranteeing excellent precision at different atmospheric temperatures: according to De Vecchi, the clock displayed average variations of just half a second a day.

Most likely, this clock also became the time reference for the city of Florence (and, by extension, for the telegraph and railway lines that ran from here) when the Specola began transmitting Florence's mean noon time to the clock in the tower of Palazzo Vecchio by lowering a national flag, starting on 24 December 1860 (Bianchi 2019).

The Kendall was then relocated to the Observatory's new premises at Arcetri: on the day of the inauguration of the main building, 27 October 1872, it was found in the large central dome above the Observatory, as an accessory to Amici's equatorial telescope (Cipolletti 1872). A few years later, in 1877, the Kendall was moved to the Sala Meridiana, where it was used once again as a normal pendulum and as an accompaniment to a passage instrument². Towards the end of the 19th century, the clock was moved again, this time to the East Dome, in aid of a small Fraunhofer equatorial (Abetti 1901b). On this occasion it was equipped with an electric circuit connected to a chronograph, to record the time during observations on a strip of paper (a series of small holes on one side of the wooden case bears witness to this).

After the decommissioning of the Fraunhofer in around the 1920s, the Kendall returned to the Sala Meridiana and, when this was dismantled with the building work that began in 1959, to the room on the focal floor of the Solar Tower. Following skilful restoration by technicians Gianni and Paolo Marcucci, the clock has been in the Observatory library since 2002 (Fig. 1). Regulated to mean time today, it retains the same precision observed by De Vecchi

dio, mantiene la stessa precisione riscontrata più di due secoli fa da De Vecchi: in inverno, il pendolo risulta in genere in anticipo di mezzo secondo al giorno, in estate in ritardo di un secondo e mezzo (variazioni derivate da controlli mensili).



Figura 1. I tre pendoli dell'Osservatorio Astrofisico di Arcetri: Kendall (a sinistra), Manetti (al centro) e il "pendolone" donato dall'Ing. Giacomo Franceschini (a destra). I quadranti recano le iscrizioni, rispettivamente, "Larcum Kendall / London", "Philippus Manetti / Florentiae", "Officina Galileo / Firenze 1896".

Figure 1. The three pendulums of the Arcetri Astrophysics Observatory: Kendall (left), Manetti (centre) and the "pendolone" donated by Giacomo Franceschini (right). The dials bear the inscriptions "Larcum Kendall / London", "Philippus Manetti / Florentiae", "Officina Galileo / Firenze 1896", respectively.

Gli altri pendoli della Specola nel 1810

Alla Specola, il Kendall andò a sostituire altri orologi precedenti di minor precisione. Uno di questi era un pendolo costruito dall'orologiaio inglese John Ellicott (1706-1772). Scriveva De Vecchi:

L'Orologio N.º II è del celebre Ellicott, ed apparteneva in proprietà all'Astronomo Pisano il Perelli³. Esso presenta il grado di precisione proprio de' suoi tempi, è però estremamente inferiore a quello che riconoscemmo nell'Orologio di Kendall. Quest'Orologio che segna il tempo medio prossimamente [...] è collocato nella sala ottagonale superiore, e serve d'ordinario alle osservazioni delle eclissi de satelliti (De Vecchi 1810).

Il pendolo Ellicott, regolato a tempo medio, veniva quindi usato nella sala di osservazione della Specola. In questo orologio il baricentro del peso oscillante veniva mantenuto costante, sotto varie condizioni atmosferiche, da un complesso meccanismo a leve contenuto nella lente all'estremità dell'asta del pendolo. Forse per migliorarne le prestazioni, l'orologio fu poi modificato per avere una compensazione a mercurio⁴: con questo metodo, la dilatazione dell'asta è controbilanciata dalla dilatazione in senso opposto del mercurio, posto in un contenitore che sostituisce la lente.

Ad Arcetri il pendolo fu collocato nella Sala meridiana fino allo smantellamento di questa (Fig. 2). Alcune voci lo vogliono collocato in un ufficio fino ad almeno gli anni '80 del XX secolo; attualmente è disperso.

over two centuries ago: in winter, the pendulum is generally ahead by half a second a day, in summer it is behind by one and a half seconds (variations resulting from monthly checks).

The Specola's other pendulums in 1810

At the Specola, the Kendall replaced other earlier, less precise clocks. One of these was a pendulum built by the English watchmaker John Ellicott (1706-1772). De Vecchi wrote:

Clock No. 2 is by the famous Ellicott and belonged to the Pisan Astronomer Perelli³. It presents the degree of precision typical of its time, but is considerably inferior to that which we found in Kendall's clock. This clock, which marks the mean time proximally [...] is located in the upper octagonal room, and is normally used for the observation of satellite eclipses (De Vecchi 1810).

The Ellicott pendulum, regulated to mean time, was then used in the observation room of the Specola. In this clock, the centre of gravity of the oscillating weight was kept constant under various atmospheric conditions by a complex lever mechanism contained in the lens at the end of the pendulum rod. Perhaps to improve its performance, the clock was subsequently modified to mercury compensation⁴: with this method, the expansion of the rod is counterbalanced by the expansion of the mercury, placed in a container that replaces the lens, in the opposite direction.

At Arcetri, the pendulum was placed in the Sala Meridiana until it was dismantled (Fig. 2). According to some rumours, it was placed in an office until at least the 1980s; its whereabouts are currently unknown.

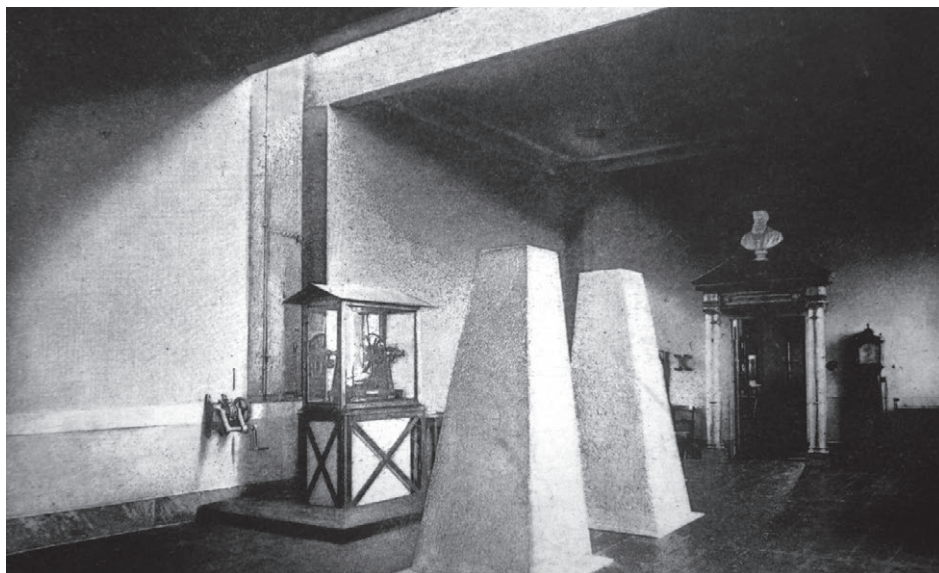


Figura 2. Il pendolo Ellicott sulla parete ovest della Sala meridiana a inizio XX secolo (Abetti 1901c). La struttura sul muro a forma di "X" dall'altro lato della porta è il supporto del meccanismo del pendolo di Kendall, a quel tempo spostato temporaneamente nel Cupolino Est. La porta conduceva alla stanza del pendolo normale Cavignato/Mioni. In primo piano, davanti alla fenditura del meridiano, lo strumento dei passaggi usato per la determinazione del tempo.

Figure 2. The Ellicott pendulum on the west wall of the Sala Meridiana at the beginning of the 20th century (Abetti 1901c). The X-shaped structure on the wall on the other side of the door is the support for the mechanism of Kendall's pendulum, which had been moved temporarily to the East Dome at that time. The door led to the room of the Cavignato/Mioni normal pendulum. In the foreground, in front of the meridian slit, is the transit instrument used to determine time.

Another pendulum was a *masterpiece* by the Viennese watchmaker Lorenz Schwartz (18th-19th century). De Vecchi, did not, however, agree with this qualification:

Clock N°. 3 is the work of the German Schwartz. It bears the title of masterpiece (Maister stuck); this title is far from being appropriate, since at present it is accompanied by very evident intrinsic defects, such that no observer would trust it. [...] the diurnal motion of this clock is very variable, and embarrasses the observer who wishes to acknowledge its course. However, it is placed in the meridian room, and marks the mean time proximally (De Vecchi 1810).

After astronomy was relocated to Arcetri in 1872, this pendulum remained at the Specola, which was reduced to a meteorological and then a geophysical observatory. The Specola also retained the service of reporting the mean time to the city: initially, measurements continued to be taken on site by observing the passage of the Sun on the meridian line, but later the measurements taken in Arcetri were increasingly used, communicated to the Specola by simple telephone calls. In the inventories of the Meteorological/Geophysical Observatory⁵, Schwartz's clock is the only astronomical pendulum in use, having been altered to mercury compensation (originally the rod was not compensated). It is therefore probable that it was the clock used to keep the mean time (measured at the Specola or transmitted from Arcetri), then communicated every noon, again by telephone, to Fort Belvedere for the firing of the *votapentole* cannon, from 1899, or to activate the anti-aircraft sirens, used between 1936 and 1944 (Bianchi 2019).

When the Geophysical Observatory was closed down in 1952, some of its instruments

Un altro pendolo era un *capolavoro* dell'orologiaio viennese Lorenz Schwartz (sec. XVIII-XIX). De Vecchi però non condivideva questa qualifica:

L'Orologio N.º III è dovuto al Tedesco Schwartz. Esso porta scritto il titolo di capo d'opera (Maister stuck); lungi per altro che questo titolo possa convenirgli attualmente è accompagnato da de' difetti intrinseci sensibilissimi, che niuno Osservatore s'affiderebbe a lui. [...] il moto proprio diurno di quest'Orologio è variabilissimo, ed imbarazza non poco l'Osservatore che voglia riconoscere il suo andamento. Tuttavia è collocato nella stanza meridiana, e segna il tempo medio prossimamente (De Vecchi 1810).

Dopo lo spostamento definitivo dell'astronomia ad Arcetri nel 1872, questo pendolo rimase alla Specola, ridotta ad un osservatorio meteorologico e poi geofisico. Alla Specola rimase anche il servizio di segnalazione del tempo medio alla città: all'inizio le misure continuarono ad essere effettuate in loco osservando il passaggio del Sole sulla linea meridiana, ma poi ci si avvalese sempre più delle misure fatte ad Arcetri, comunicate alla Specola con semplici chiamate telefoniche a voce. Negli inventari dell'Osservatorio meteorologico/geofisico⁵, l'orologio di Schwartz è l'unico pendolo astronomico in dotazione, modificato per avere la compensazione a mercurio (mentre in origine l'asta non era compensata). È quindi probabile che sia stato l'orologio usato per conservare il tempo medio (misurato alla Specola o trasmesso da Arcetri), poi comunicato ogni mezzogiorno, sempre via telefono, al Forte Belvedere per lo sparo del cannone *votapentole*, dal 1899, o per azionare le sirene antiaeree, usate nel periodo dal 1936 al 1944 (Bianchi 2019).

were transferred to Arcetri: the last mention of the clock is found in an inventory compiled after 1975, in which it is described as a "Wall clock which strikes the hour and half-hour [...] built by Lorenz Schwartz in Vienna, Maister Stuck, and purchased from the watchmaker Battelli"⁶. All traces of this clock have been lost too.

The last pendulum among the Specola's original equipment was made by Joao Jacinto de Magalhaes (1722-1790):

Giovanni Magellan presided over the construction of Clock No. 4, perhaps following some of its methods. However, he does not deserve the honour of this name, much less that of occupying a place in an Observatory. After having troubled our craftsmen at length to reduce it to an ordinary motion, I had to give it up altogether, and leave it idle and motionless in a corner of the upper octagonal room (De Vecchi 1810).

It is no wonder, therefore, that no subsequent use can be found for it. And perhaps it is precisely because of its uselessness for astronomy that the instrument still exists: it is preserved today in the Galileo Museum's vault.

The Manetti and Cavignato-Mioni pendulums

One of the craftsmen employed by the Florence Museum for repair work and instrument construction in the first two decades of the 19th century was Filippo Manetti (18th-19th cen-

Soppresso l'Osservatorio geofisico nel 1952, alcuni dei suoi strumenti passarono ad Arcetri: l'ultima menzione dell'orologio rimane in un inventario compilato dopo il 1975, in cui viene descritto come "Pendola da muro con suoneria ore e mezze [...] costruita da Lorenz Schwartz in Wien, Maister Stuck, ed acquistata dall'orologiaio Battelli"⁶. Anche di questo orologio non c'è più traccia.

L'ultimo pendolo nella dotazione originale della Specola si deve a Joao Jacinto de Magalhaes (1722-1790):

Alla costruzione dell'Orologio N.° IV ha presieduto Giovanni Magellan seguendo forse alcuno de' suoi metodi. Esso non merita però l'onore di questo nome, e molto meno quello d'occupare un posto in un Osservatorio. Dopo d'avere inquietati per lungo tempo i nostri artisti per ridurlo ad un moto qualunque, ho dovuto rinunziarvi affatto, e lasciarlo inoperoso ed immobile in un angolo della sala ottagonale superiore (De Vecchi 1810).

Non è quindi da meravigliarsi se non se ne trova alcun utilizzo successivo. E forse proprio grazie alla sua inutilità per l'astronomia lo strumento esiste ancora: è oggi conservato nel deposito del Museo Galileo.

I pendoli Manetti e Cavignato-Mioni

Fra gli artigiani utilizzati nei primi due decenni del XIX secolo dal Museo di Firenze, per lavori di riparazione e costruzione di strumenti, figura Filippo Ma-

tury), "a highly skilled mechanic and watchmaker in this city [of Florence]" (Targioni Tozzetti 1818). Manetti was called upon several times to restore the Kendall pendulum⁷: this experience probably enabled him to make a copy of the English pendulum, with an identical rod compensation (Fig. 1).

The clock was purchased for the Specola towards the middle of the 19th century; in fact, it appears in an 1854 update to the 1839 Inventory of Astronomical Instruments: "a pendulum built by Manetti in imitation of the Kendall pendulum that exists in the Observatory"⁸. Regulated to sidereal time, it was initially placed in the Sala Meridiana of the new Arcetri Observatory. It was then moved in 1877 to Amici's equatorial; subsequently, as with the Kendall, an electric switch was applied to it, to record time on a chronograph in use in the dome. It has been alongside the telescope ever since, and is still found in the dome of the Amici Pavilion of Arcetri Observatory, where they were both installed in 1959.

A more modern pendulum was purchased by Antonio Abetti (1846-1928), director from December 1893. It was built by Sante Mioni (1863-1928), a mechanic at the Workshop of the Padua Observatory, under the direction of Giuseppe Cavignato (1851-1915). Abetti was familiar with the products of the Padua workshop, having worked at that observatory for a long time. The clock was a copy of a pendulum by the English watchmaker Charles Frodsham (1810-1871), with a Graham escapement and mercury compensation⁹.

In 1894, the Cavignato-Mioni pendulum was placed in an isolated room under the West Dome, which was accessed from the Sala Meridiana (Fig. 2 and 3), replacing the Kendall as

netti (sec. XVIII-XIX), “abilissimo meccanico e orologiaio di questa Città [di Firenze]” (Targioni Tozzetti 1818). Più volte Manetti venne chiamato per restauri del pendolo Kendall: questa esperienza probabilmente gli permise di realizzare una copia del pendolo inglese, con una identica compensazione a verghe (Fig. 1).

L'orologio venne acquistato per la Specola verso la metà del XIX secolo; figura infatti in un aggiornamento, datato 1854, all'Inventario degli strumenti astronomici del 1839: “un pendolo costruito dal Manetti ad imitazione di quello di Kendall che esiste nell'Osservatorio”⁸. Regolato sul tempo siderale, venne inizialmente collocato nella Sala meridiana del nuovo Osservatorio di Arcetri. Fu poi spostato nel 1877 all'equatoriale di Amici; successivamente gli venne applicato, come al Kendall, un interruttore elettrico per registrare il tempo su un cronografo in uso nella cupola. Da allora è sempre stato affiancato al telescopio, e tuttora si trova nella cupola del Padiglione Amici dell'Osservatorio di Arcetri, dove furono entrambi collocati nel 1959.

Un pendolo più moderno venne acquistato da Antonio Abetti (1846-1928), direttore dal dicembre 1893. Fu costruito da Sante Mioni (1863-1928), meccanico dell'Officina dell'Osservatorio di Padova, sotto la direzione di Giuseppe Cavignato (1851-1915). Abetti conosceva bene i prodotti dell'officina patavina, avendo lavorato a lungo in quell'Osservatorio. L'orologio era copia di un pendolo dell'orologiaio inglese Charles Frodsham (1810-1871), a scappamento Graham e con compensazione a mercurio⁹.

Il pendolo Cavignato-Mioni fu collocato nel 1894 in uno stanzino isolato sotto il Cupolino Ovest, a cui si accedeva dalla Sala meridiana (Fig. 2 e 3), e sop-

the normal clock (of the Observatory and the city). Its deviations from the time measured by the passage of the stars at the meridian were written down in a special register, so that the time could be corrected without necessarily adjusting the clock. The same was done for the other three pendulums (Manetti, Kendall and Ellicott), which were compared daily with the normal pendulum (Abetti 1896). The Cavignato-Mioni pendulum was also electrically connected to a chronograph, used in conjunction with the Observatory's new transit instrument, the *small Bamberg meridian* (Fig. 2). A few decades later, determination of time using the transit instrument was put into retirement: starting with some experiments in 1923 (Abetti 1924), the Observatory procured an instrument for receiving the time signal via radio (Fig. 3). From then on, the task of “making clocks” consisted of checking the pendulums on the basis of the radio signal (Fracastoro 1982).

All traces of the Cavignato-Mioni pendulum were lost after the Sala Meridiana was dismantled: the last time it was mentioned was in the post-1975 Inventory.

A newcomer: the Officina Galileo pendulum

A “new” pendulum, donated by the engineer Giacomo Franceschini, arrived at the Arcetri Observatory in autumn 2023. The engineer's life was always intertwined with that of a historic Florentine company, Officine Galileo (now part of Leonardo Spa). The company was a kind of family to him, where he himself had worked, as had his father and maternal grandfather, Giulio Martinez (1870-1957), who owned it from 1895 to 1907 (when it was still called “Officina”,

piantò il Kendall come orologio normale (dell'Osservatorio e della città). Le sue deviazioni rispetto al tempo misurato col passaggio degli astri al meridiano venivano scritte su un apposito registro, in modo da poter correggere l'ora senza necessariamente registrare l'orologio. Lo stesso veniva fatto per gli altri tre pendoli (Manetti, Kendall e Ellicott), confrontati giornalmente con il pendolo normale (Abetti 1896). Anche il pendolo Cavignato-Mioni era collegato elettricamente ad un cronografo, utilizzato insieme al nuovo strumento dei passaggi dell'Osservatorio, il *Piccolo Meridiano di Bamberg* (Fig. 2). Qualche decennio dopo, le determinazioni di tempo con lo strumento dei passaggi andarono in pensione: a partire da alcuni esperimenti nel 1923 (Abetti 1924), l'Osservatorio si procurò un apparecchio per la ricezione del segnale orario via radio (Fig. 3). Da allora la mansione di “fare gli orologi” consistette nel controllare i pendoli sulla base del segnale radio (Fracastoro 1982).

Anche del pendolo Cavignato-Mioni, dopo lo smantellamento della Sala meridiana, si sono perse le tracce: l'ultima volta che viene nominato è nell'Inventario post 1975.

Un nuovo arrivato: il pendolo Officina Galileo

Nell'autunno 2023 è arrivato all'Osservatorio di Arcetri un “nuovo” pendolo, donato dall'Ing. Giacomo Franceschini. La vita dell'Ingegnere è sempre stata

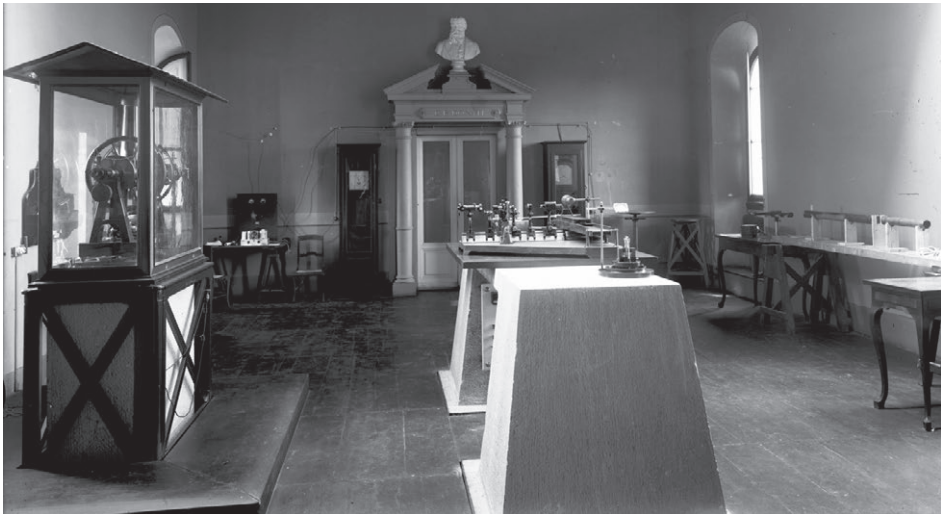


Figura 3. La Sala meridiana nel 1936 con il pendolo Kendall (a sinistra) e Ellicott (a destra). Entrambi i pendoli erano protetti da una vetrinetta. A sinistra del Kendall, l'apparato radio per la ricezione del segnale orario (Archivio INAF/Arcetri).

Figure 3. The Sala Meridiana in 1936 with the Kendall (left) and Ellicott (right) pendulums. Both pendulums were protected by a glass case. To the left of the Kendall, we can see the radio apparatus for receiving the time signal (Archivio INAF/Arcetri).

intrecciata con quella di una storica azienda fiorentina, le Officine Galileo (oggi parte di Leonardo Spa). L'azienda era per lui una sorta di famiglia, dove non solo aveva lavorato personalmente, ma l'avevano fatto anche il padre ed il nonno materno, quel Giulio Martinez (1870-1957) che ne fu proprietario dal 1895 al 1907 (quando ancora si chiamava "Officina", al singolare). Franceschini viveva poi nella stessa palazzina dove aveva vissuto il nonno, adiacente ad una vecchia sede dell'Officina; conservava nel suo appartamento una ricca collezione di strumenti prodotti della Galileo. Fra questi spiccava un "pendolone", con scappamento Denison e compensazione a mercurio (contenuto in sei ampolle distinte), costruito nel 1896: una sorta di cimelio aziendale e familiare, donato da Giulio Martinez ai genitori di Franceschini in occasione del loro fidanzamento (Franceschini 2004).

Da tempo l'Ingegnere cercava una collocazione adeguata, una collezione che permettesse di esporre al pubblico questo pregevole saggio dell'arte meccanica fiorentina, e per questo aveva già contattato il noto fisico e storico della scienza Paolo Brenni (1954-2021; Schechner, Giatti & Strano 2022). Il desiderio di Franceschini si è poi concretizzato, grazie all'interessamento di Anna Giatti, con la donazione del pendolo all'Osservatorio di Arcetri. L'Osservatorio ha accettato ben volentieri, anche per il legame dell'istituto con le Officine Galileo: fu infatti il fondatore dell'Osservatorio, l'astronomo Giovanni Battista Donati (1826-1873), a ideare il primo nucleo dell'Officina, e la prima commessa fu proprio la montatura equatoriale originale del telescopio Amici (Bianchi, Galli & Gasperini 2012).

Il pendolo delle Officine Galileo, collocato nella cupola del telescopio Amici insieme al Manetti (Fig. 1), compensa l'Osservatorio dei pendoli a mercurio per-

singular). Franceschini then lived in the same building where his grandfather had lived, next to the old Officina premises; he kept a rich collection of instruments produced by the Galileo company in his flat. Among these was a "pendulum clock", with a Denison escapement and mercury compensation (contained in six separate ampoules), built in 1896: a sort of company and family heirloom, donated by Giulio Martinez to Franceschini's parents at the time of their engagement (Franceschini 2004).

The engineer had been looking for a suitable location for some time, a collection that would allow this valuable example of Florentine mechanical art to be exhibited to the public, and, with this in mind, had already contacted the well-known physicist and historian of science Paolo Brenni (1954-2021; Schechner, Giatti & Strano 2022). Franceschini's desire was fulfilled thanks to the interest of Anna Giatti, with the donation of the pendulum to the Arcetri Observatory. The Observatory gladly accepted, not least because of the institute's link with Officine Galileo: it was in fact the Observatory's founder, astronomer Giovanni Battista Donati (1826-1873), who conceived the Officina's first nucleus, and the first order was the original equatorial mount of the Amici telescope (Bianchi, Galli & Gasperini 2012).

The Officine Galileo pendulum, placed in the dome of the Amici telescope together with the Manetti (Fig. 1), compensates for the Observatory's lost mercury pendulums; it also recalls, albeit indirectly, the time when these instruments were used to tell the time in Florence. In fact, Franceschini's "pendolone" is similar to another pendulum from the Officina Galileo used as a normal pendulum at the Ximénian Observatory, located in the city centre and run by the Scolo-

duti; ricorda anche, se pur indirettamente, l'epoca in cui questi strumenti servivano alla segnalazione del tempo a Firenze. Infatti, il "pendolone" di Franceschini è simile ad un altro pendolo dell'Officina Galileo usato come pendolo normale all'Osservatorio Ximeniano, situato nel centro cittadino e retto dai padri Scolopi. Il direttore Padre Guido Alfani (1876-1940) fu un pioniere dell'utilizzo del segnale orario via radio, trasmesso dalla Torre Eiffel, grazie ad una stazione ricevente installata già nel 1912. Regolato su questo segnale, il pendolo normale dello Ximeniano (oggi conservato nel Museo della Tecnologia "A. Tiezzi" della Galileo a Campi Bisenzio) trasmetteva elettricamente l'ora ad altri pendoli, fra cui uno nella portineria dell'Osservatorio a pianterreno, accessibile ai cittadini che volessero regolare i propri orologi (Alfani 1928, Franceschini, Bartalesi & Romeo 2014).

L'ingegner Franceschini ha curato ogni passaggio della donazione del suo "pendolone", finanche gli aspetti burocratici; è stato presente durante lo smontaggio, il trasporto ed il suo successivo rimontaggio ad Arcetri, ad opera di Gilberto Falcini e Jacopo Lenzi dell'Osservatorio di Arcetri, e del proprio tecnico fidato (e già collega alla Galileo) Pino Cattonar. Ha ricontrollato più volte l'andamento dell'orologio, fino alla settimana precedente alla sua inaugurazione. Questa è avvenuta il 6 dicembre 2023, alla presenza dell'allora direttrice dell'Osservatorio Sofia Randich e di molti familiari, colleghi e amici di Giacomo; purtroppo non ha potuto partecipare lui stesso, mancato improvvisamente pochi giorni prima. Ha consolato i presenti la constatazione che il desiderio dell'Ingegnere, espresso a più riprese a molte persone nel corso degli anni, è stato finalmente esaudito. A lui è dedicato questo scritto.

pian fathers. The director, Father Guido Alfani (1876-1940), pioneered the use of the time signal via radio, transmitted from the Eiffel Tower, thanks to a receiving station installed as early as 1912. Adjusted to this signal, the normal pendulum of the Ximenian (now housed in the "A. Tiezzi" Galileo Museum of Technology in Campi Bisenzio) electrically transmitted the time to other pendulums, including one in the Observatory reception on the ground floor, accessible to citizens who wanted to adjust their clocks (Alfani 1928, Franceschini, Bartalesi & Romeo 2014).

Franceschini oversaw every step of the donation of his "pendolone", even the bureaucratic aspects; he was present during its disassembly, transport and subsequent reassembly in Arcetri by Gilberto Falcini and Jacopo Lenzi of the Arcetri Observatory, and his trusted technician (and former colleague at the Galileo) Pino Cattonar. He checked the performance of the clock several times, up until the week before its inauguration. This took place on 6 December 2023, in the presence of the then Observatory Director Sofia Randich and many of Giacomo's family, colleagues and friends; unfortunately, he himself was unable to attend, having passed away suddenly a few days earlier. What consoled those present was the realisation that the engineer's wishes, expressed on several occasions to many people over the years, had finally been granted. This paper is dedicated to him.

Notes

¹ The second type of instruments includes those for measuring the positions of the stars, supported by the telescope. See also Abetti (1901a).

Note

¹ La seconda tipologia di strumenti include quelli per la misura delle posizioni stellari, coadiuvati dal telescopio. Vedasi anche Abetti (1901a).

² Lo spostamento avvenne in occasione della riparazione di un altro pendolo nella Sala meridiana (il Manetti che incontreremo successivamente; Archivio INAF/Arcetri, Fondo Tempel, Serie 4.2, fascicolo 1).

³ Il pendolo faceva parte dell'eredità di Tommaso Perelli (1704-1783), direttore della specola di Pisa. All'inizio del 1784 se ne approvò l'acquisto per il Museo di Firenze, a patto che fosse esaminato a Pisa dal successore di Perelli, Giuseppe Antonio Slop di Candemberg (1740-1808) (Archivio Museo Galileo, ARMU Affari 001, c. 159).

⁴ Un inventario datato 1839 lo descrive come "Un orologio a pendolo con compensazione ~~a leve~~ a mercurio nella lente e fusto della medesima [...] eseguito in Londra da Elliot [sic]", dove le parole cassate e l'aggiunta "a mercurio" hanno grafia diversa (Archivio Museo Galileo, ARMU Cataloghi e inventari 12). Nell'Inventario dei beni mobili post 1975 dell'Osservatorio di Arcetri è indicato come "Orologio inglese Ellicolt [sic], con pendolo a mercurio contenuto in un vaso di marmo" (Archivio INAF/Arcetri, Fondo Archivio istituzionale, Contabilità/inventari dei beni).

⁵ Archivio INAF/Arcetri, Fondo Giorgio Abetti, Serie 1.7, fascicolo 18, Osservatorio Geofisico di Via Romana, Inventari di beni 1910-1944.

⁶ Inventario post 1975, cit. nota 4.

⁷ Come ad esempio nel 1819 (Archivio Museo Galileo, ARMU spese 38, conto di Manetti del 13/12/1819).

⁸ Inventario 1939, cit. nota 4.

⁹ Relazione di A. Abetti, Padova, 30/3/1894 (Archivio Università di Firenze, Carteggio della Sovrintendenza, 1894/83). Forse si tratta della copia del Frodsham tuttora conservato all'Osservatorio di Padova.

² The move took place during the repair of another pendulum in the Sala Meridiana (the Manetti that we will discuss later; Archivio INAF/Arcetri, Fondo Tempel, Serie 4.2, fascicolo 1).

³ The pendulum was part of the legacy of Tommaso Perelli (1704-1783), director of the Specola of Pisa. Its purchase for the Florence Museum was approved at the beginning of 1784, on condition that it be examined in Pisa by Perelli's successor, Giuseppe Antonio Slop of Candemberg (1740-1808) (Archivio Museo Galileo, ARMU Affari 001, c. 159).

⁴ An inventory dated 1839 describes it as "A pendulum clock with ~~a lever~~ a mercury compensation in the lens and shaft [...] made in London by Elliot [sic]", where the words with the line drawn through it and the addition of "mercury" are written differently (Archivio Museo Galileo, ARMU Catalogues and inventories 12). In the post-1975 Inventory of assets of the Arcetri Observatory, it is indicated as an "English Ellicolt [sic] clock, with mercury pendulum contained in a marble vessel" (Archivio INAF/Arcetri, Fondo Archivio istituzionale, Accounts/inventories of assets).

⁵ Archivio INAF/Arcetri, Fondo Giorgio Abetti, Serie 1.7, fascicolo 18, Osservatorio Geofisico in Via Romana, Inventory of Assets 1910-1944.

⁶ Inventory post 1975, cit. note 4.

⁷ As in 1819 for example (Archivio Museo Galileo, ARMU spese 38, Manetti account dated 13/12/1819).

⁸ Inventory 1939, cit. note 4.

⁹ Report by A. Abetti, Padua, 30/3/1894 (Archivio Università di Firenze, Carteggio della Sovrintendenza, 1894/83). This may be a copy of the Frodsham still conserved at the Padua Observatory.

Bibliografia

- Abetti, A. (1896). Sulle determinazioni di tempo, sull'azimut della mira meridiana e su quello conseguente di Monte Senario. *Osservazioni e memorie dell'Osservatorio astronomico di Arcetri*, vol. 5, pp. 35-45.
- Abetti, A. (1901a). *Galileo in Arcetri. Discorso inaugurale letto nell'Aula Magna del R. Istituto di studi superiori e di perfezionamento in Firenze il 4 novembre 1901*. Galletti & Cocci, Firenze.
- Abetti, A. (1901b). Piccolo Equatoriale di Fraunhofer. *Osservazioni e memorie dell'Osservatorio astronomico di Arcetri*, vol. 15, pp. 63-65.
- Abetti, A. (1901c). *L'Osservatorio astronomico di Arcetri. Appunti storici ed illustrazioni*. Galletti & Cocci, Firenze.
- Abetti, G. (1924). Premessa. *Osservazioni e memorie dell'Osservatorio astronomico di Arcetri*, vol. 41, pp. 5-8.
- Alfani, G. (1928). *L'Osservatorio Ximeniano e il suo materiale scientifico. Vol. IX: il servizio dell'ora*. Firenze: Tipografia Barbera.
- Bianchi, S., Galli, D., Gasperini, A. (2012). Il primo osservatorio astronomico d'Italia. La nascita dell'Osservatorio di Arcetri. *Il Colle di Galileo*, Vol. 1, n. 1-2, pp. 55-70.
- Bianchi, S. (2019). Il segnale orario a Firenze. *Atti della Fondazione Giorgio Ronchi*, anno LXXIV, n. 1, pp. 61-89.
- Bianchi, S. (2020). The time signal in Florence. *Proceedings of the 39th Annual Conference of the Società Italiana degli Storici della Fisica e dell'Astronomia*, pp. 367-372. Pisa University Press.

Bibliography

- Abetti, A. (1896). Sulle determinazioni di tempo, sull'azimut della mira meridiana e su quello conseguente di Monte Senario. *Osservazioni e memorie dell'Osservatorio astronomico di Arcetri*, vol. 5, pp. 35-45.
- Abetti, A. (1901a). *Galileo in Arcetri. Inaugural address read in the Aula Magna of the R. Istituto di studi superiori e di perfezionamento in Florence on 4 November 1901*. Galletti & Cocci, Florence.
- Abetti, A. (1901b). Piccolo Equatoriale di Fraunhofer. *Osservazioni e memorie dell'Osservatorio astronomico di Arcetri*, vol. 15, pp. 63-65.
- Abetti, A. (1901c). *L'Osservatorio astronomico di Arcetri. Appunti storici ed illustrazioni*. Galletti & Cocci, Florence.
- Abetti, G. (1924). Premessa. *Osservazioni e memorie dell'Osservatorio astronomico di Arcetri*, vol. 41, pp. 5-8.
- Alfani, G. (1928). *L'Osservatorio Ximeniano e il suo materiale scientifico. Vol. IX: il servizio dell'ora*. Tipografia Barbera, Florence.
- Bianchi, S., Galli, D., Gasperini, A. (2012). Il primo osservatorio astronomico d'Italia. La nascita dell'Osservatorio di Arcetri. *Il Colle di Galileo*, Vol. 1, n. 1-2, pp. 55-70.
- Bianchi, S. (2019). Il segnale orario a Firenze. *Atti della Fondazione Giorgio Ronchi*, year LXXIV, n. 1, pp. 61-89.

- Cipolletti, D. (1872). Il nuovo Osservatorio astronomico di Firenze. *La Nazione*, 27/10/1872
- De Vecchi, D. (1810). Memorie del professore d'astronomia. *Annali del Museo Imperiale di Fisica e Storia Naturale*, Vol. I. Piatti, Firenze.
- Favaro, A. (a cura di, 1897). Le Operazioni Astronomiche, in *Le opere di Galileo Galilei: edizione nazionale sotto gli auspici di Sua Maestà il Re d'Italia*, Vol. VIII, pp. 453-466. G. Barbèra, Firenze.
- Fracastoro M. G. (1982). Quando il mago domandò «Chi vuol fare l'astronomo?». *La Stampa*, 24/2/1982
- Franceschini G. (2004). Storia e descrizione tecnica di un pendolo centenario della Officina Galileo. *Atti della Fondazione Giorgio Ronchi*, anno LIX, n. 6, pp. 909-916.
- Franceschini G., Bartalesi, F., Romeo, L. (2014). *Il pendolo astronomico della Officina Galileo*. Selex ES, Campi Bisenzio (FI).
- Schechner, S. J., Giatti, A., & Strano, G. (2022). In Memory of Paolo Brenni (1954-2021). *Physis*, 57(1), 360-366.
- Targioni Tozzetti, A. (1818). *Rapporto delle adunanze tenute dalla terza classe dell'Accademia delle belle arti e dei perfezionamenti delle manifatture in Toscana*. Piatti, Firenze.

Bianchi, S. (2020). The time signal in Florence. *Proceedings of the 39th Annual Conference of the Società Italiana degli Storici della Fisica e dell'Astronomia*, pg. 367-372. Pisa University Press.

Cipolletti, D. (1872). Il nuovo Osservatorio astronomico di Firenze. *La Nazione*, 27/10/1872

De Vecchi, D. (1810). Memorie del professore d'astronomia. *Annali del Museo Imperiale di Fisica e Storia Naturale*, Vol. I. Piatti, Florence.

Favaro, A. (ed., 1897). Le Operazioni Astronomiche, in *Le opere di Galileo Galilei: edizione nazionale sotto gli auspici di Sua Maestà il Re d'Italia*, Vol. VIII, pp. 453-466. G. Barbèra, Florence.

Fracastoro M. G. (1982). Quando il mago domandò «Chi vuol fare l'astronomo?». *La Stampa*, 24/2/1982

Franceschini G. (2004). Storia e descrizione tecnica di un pendolo centenario della Officina Galileo. *Atti della Fondazione Giorgio Ronchi*, year LIX, n. 6, pp. 909-916.

Franceschini G., Bartalesi, F., Romeo, L. (2014). *Il pendolo astronomico della Officina Galileo*. Selex ES, Campi Bisenzio (FI).

Schechner, S. J., Giatti, A., & Strano, G. (2022). In Memory of Paolo Brenni (1954-2021). *Physis*, 57(1), 360-366.

Targioni Tozzetti, A. (1818). *Rapporto delle adunanze tenute dalla terza classe dell'Accademia delle belle arti e dei perfezionamenti delle manifatture in Toscana*. Piatti, Florence.