



Comune di Padova  
Assessore alla Cultura



**LEGAMBIENTE**



*Salvalarte*

Corso per volontari a tutela dei beni culturali  
LA REGGIA, LA TORRE, L'ASTRARIO

**Sabato 2 aprile**

**L'orologio: precisione, tecnica e dedizione**

**Nello Paolucci**

Associazione per il restauro degli Antichi Strumenti Scientifici

# IL MECCANISMO DEL “SISTEMA OROLOGIO-ASTRARIO”

**Silvano Schiavo**

(Socio dell' dall'A.R.A.S.S. - Brera, Associazione O.N.L.U.S. per il "restauro degli Antichi Strumenti Scientifici")

Questa relazione non vuole essere una descrizione del funzionamento e della meccanica dell'orologio del Dondi e neppure la spiegazione di tutti gli interventi di modifica e restauro in esso eseguiti nel corso dei secoli dopo la sua prima installazione nel 1434 circa, ma una sintetica traccia descrittiva di tutte le apparecchiature che è possibile far vedere ad un eventuale visitatore-turista al quale viene fatta visitare dall'interno la **Torre dell'orologio** del Palazzo del Capitano in Piazza dei Signori a Padova.

## a) *Suddivisione ed utilizzo dei vani della Torre dell'Orologio*

Il “Sistema orologio-astrario-suono” è distribuito su sei dei sette “livelli” che costituiscono la *Torre dell'orologio*.

Per la visita al “sistema Orologio-Astrario” si accede al secondo livello della Torre salendo due piani di scale del palazzo dove hanno attualmente sede gli *Uffici Anagrafe centrale* del Comune di Padova.

Al primo livello, situato sopra il grande portale d'accesso alla Piazza Capitaniato e **non accessibile al pubblico**, era ubicato l'ingresso originario ai vani dell'orologio, era anche l'accesso in origine utilizzato dal “temperatore” - il mastro orologiaio - che seguiva per tutte le ore del giorno e della notte il funzionamento dell'orologio, che nei livelli superiori aveva la sua dimora in coabitazione con leve, pesi e tiranti che trasmettevano il moto alla campana per il suono delle ore. Era, inoltre, il vano dedicato alla parte terminale dei vecchi ingombranti pesi motori dei “treni” del tempo e del suono.

Al secondo livello erano probabilmente ubicate tutte le attrezzature, i pezzi di ricambio e la piccola officina, necessari per la manutenzione del sistema; era, ed è, anche l'accesso alla lente del pendolo e al suo sistema di regolazione e, soprattutto, l'accesso alla parte inferiore interna dell'astrario con tutti i meccanismi di movimento delle cinque corone mobili che lo costituiscono, assieme alla corona fissa in marmo sulla quale sono scolpite in numeri romani le 24 ore del giorno.

Al terzo livello, il più importante per il visitatore, è possibile vedere al centro il meccanismo dell'orologio medioevale e ai lati le due grandi ruote installate a fine Ottocento che, con il loro movimento, collocano a fronte dei relativi oculi i numeri corrispondenti alle ore e ai minuti segnati dall'orologio medioevale.

I livelli superiori **non sono accessibili al visitatore per ragioni di sicurezza**. Per completezza si dà un cenno veloce della loro utilizzazione.

Al quarto livello è la casa del “temperatore” nella quale è ancora visibile, in un angolo, il focolare della cucina.

Al quinto livello, probabile estensione della casa del “temperatore” e della sua famiglia, sono ubicati i leverismi di trasmissione del suono dall'orologio alla campana.

Infine, al sesto livello, nella Lanterna, è installata una campana in bronzo costruita intorno alla metà

del 1700, che ad ogni ora, (“*botto*”) e dopo circa cinque minuti dal “*botto*”, il “*ribotto*”, viene battuta da un martello in acciaio per inviare i suoi messaggi sonori alla città.

## b.) *Dispositivi del Sistema Orologio-Astrario e loro spiegazione*

### b.1) *Vano al secondo livello*

Nella sala d'ingresso alla Torre corrispondente al livello dei due oculi inferiori esterni, sono visibili al visitatore i due *macchinari* interamente progettati, costruiti ed installati dall'A.R.R.A.S. che con il loro funzionamento semiautomatico servono per posizionare di fronte al proprio occhio, in modo da renderlo visibile dall'esterno, rispettivamente: nell'oculo di destra il *pannello* che riporta l'indicazione del giorno in corso e nell'oculo di sinistra il *pannello* che riporta l'indicazione del mese in corso.

La costruzione di questi due *macchinari*, che nel progetto iniziale di restauro accettato dal Comune di Padova, erano a funzionamento interamente elettronico, molto più semplice e sicuro, ha comportato non poche difficoltà sia nella fase costruttiva sia, soprattutto, nelle fasi di montaggio e avviamento, dovendosi sposare con la Torre, senza apportare modifiche alle murature medioevali costruite non propriamente in maniera ortogonale.

Il funzionamento di questi *macchinari*, per poter essere accettato dalla Sovrintendenza per i Beni Architettonici e Artistici, che non aveva accettato la soluzione elettronica, è stato realizzato in modo da rispettare in maniera preponderante le conoscenze tecniche medioevali, cioè forza di gravità, pesi, leve, molle, ruote dentate, ecc., con l'eccezione dei movimenti longitudinali e rotativi principali, che sono stati realizzati attraverso semplici apparecchiature elettromeccaniche al posto dei pesi motori, per la mancanza di spazio fisico sufficiente al loro funzionamento..

Inoltre, il semiautomatismo dei *macchinari* comporta ancora oggi la periodica presenza umana per poter disporre ed estrarre in maniera manuale, i *pannelli indicatori* negli e dagli appositi alloggiamenti e per la scelta della posizione da assegnare al *pannello indicatore* corrispondente della variazione temporale dell'ultimo giorno, dei mesi di 28-29, di 30 o di 31 giorni.

Nella parte superiore di questo livello è anche visibile il movimento della *lente* originale del *pendolo* ed il suo *sistema di regolazione*.

Il pendolo viene installato intorno alla fine del XVII secolo, mentre all'inizio del XVIII secolo, a cura del meccanico dell'Osservatorio Astronomico, al quale era stato affidato il compito di gestire l'orologio, è stato costruito un sofisticato dispositivo di regolazione del pendolo stesso, modificato lo “scappamento” per rendere l'orologio più preciso e sistemata la compatibilità col “tempo oltramontano” che era stato scelto in quegli anni dalla comunità scientifica per misurare la durata del giorno.

Sono inoltre, visibili gli spostamenti dei pesi motori attuali dell'orologio (qualche decina di kg) che movimentano i “treni” del tempo e del suono dell'orologio e che hanno sostituito, in maniera completamente reversibile, i vecchi ingombranti pesi motori costituiti da consistenti masse di materiale lapideo (qualche centinaio di kg).

### b.2) *Descrizione sintetica del funzionamento dei dispositivi di cambio giorno/mese*

Il funzionamento dei due *macchinari* segue lo stesso unico criterio anche se apparentemente quello di cambio del giorno sembra essere volumetricamente più complicato.

Una volta posizionato manualmente il *nuovo pannello indicatore* nell'apposito alloggiamento superiore del *dispositivo*, si attende che l'orologio principale, attraverso il proprio “treno” del tempo (serie di rocchetti, leve, ruote dentate, ecc.) dia il segnale di avvio.

Al ricevimento di questo impulso, trasformato da meccanico in elettrico attraverso un apposito

dispositivo, si attiva il motoriduttore della *traversa di traslazione* che inizia lo spostamento, del *vecchio pannello indicatore*, verso l'interno della Torre, finché viene raggiunta la *posizione di scarico* del *vecchio pannello* che per gravità è accolto da un *dispositivo ricevitore*, si posiziona sul fondo del *macchinario* in attesa di essere rimosso manualmente per il suo prossimo reimpiego.

Durante il movimento di scarico del *vecchio pannello indicatore*, il *macchinario* libera una *traversa di ricevimento* che, azionata da contrappesi, si posiziona in attesa di ricevere il *nuovo pannello indicatore*.

Quando il *vecchio pannello* risulta alloggiato nel vano di scarico, automaticamente si attiva nuovamente la *traversa di traslazione* che inverte il moto in avanti per andare ad accogliere il *nuovo pannello indicatore* opportunamente posizionato nella parte superiore del *dispositivo*. Un *fincorsa* elettromeccanico, all'uopo predisposto, ferma il movimento della *traversa di traslazione* nel punto preciso che permette al *macchinario* di ricevere il *nuovo pannello indicatore* e contemporaneamente invia un segnale elettrico di avviamento ad un apposito motore elettrico, che facendo ruotare l'apposito *alloggiamento superiore* permette, per gravità, la discesa del *nuovo pannello indicatore* che, accolto dalla *traversa di ricevimento*, viene accompagnato all'interno di apposite *guide di scorrimento* in attesa di essere portato a fronte occhio.

Quando il *nuovo pannello indicatore* è arrivato nella posizione prestabilita, controllato nei suoi movimenti da apposite *fotocellule*, la *traversa di traslazione* riceve il comando di avanzamento verso l'esterno in modo da attraversare tutto lo spessore del muro della Torre (circa 65 cm) e portare il *nuovo pannello indicatore* alla visione esterna di chi sta in Piazza dei Signori.

#### c.1) Vano al terzo livello

Una breve rampa di scale, frutto dell'ultimo restauro, porta al vano superiore dove sopra un soppalco in legno, racchiuso da una cortina in policarbonato trasparente, si trova **il più antico orologio meccanico del mondo attualmente funzionante**.

#### c.2) Cenni storici

Questo orologio, del tipo con struttura portante a gabbia che termina nella parte inferiore con la simulazione di "zampe di leone" tanto cara ai Dondi e nella parte superiore corredata di quattro grandi sfere in legno, è stato costruito intorno al 1434 interamente in ferro battuto da Novello Dondi e da Giovanni e Gian Pietro delle Caldiere (vicentini), sulla immagine del preesistente primo orologio-astrario commissionato da Ubertino da Carrara e costruito da Jacopo Dondi detto poi Dell'Orologio, nel 1344.

Diverse sono le ipotesi che gli storici formulano sulla ubicazione del primo orologio-astrario di Jacopo Dondi, a noi piace pensare che esso, come afferma Cesira Gasparotto, sia stato installato nella Torre principale di ingresso alla Reggia Carrarese che recenti evidenze archeologiche collocano nella zona dell'attuale Arco Vallaresso, nelle immediate vicinanze del Battistero del Duomo di Padova già mausoleo di Francesco il Vecchio da Carrara e della moglie Fina dei Buzzaccarini.

La distruzione della Torre e la dispersione dell'orologio (nulla vieta di pensare che i Visconti l'abbiano smontato e ricoverato in altro luogo dove poi è andato perduto) sembra essere avvenuta durante la guerra per la riconquista di Padova da parte di Francesco Novello, nel 1390.

Di certo sappiamo che l'attuale Torre dell'Orologio, una volta ingresso militare della Reggia, è stata oggetto, dopo la conquista di Padova dei Veneziani nel 1405, di ingenti lavori di ampliamento e modifica in modo da poter ricevere la nuova copia dell'orologio-astrario di Novello Dondi. A testimonianza della preesistenza di questo ingresso secondario, nella Torre sono stati rilevati lacerti

di decorazioni a fresco di epoca carrarese.

Parecchie e di importante qualità sono state nel corso dei secoli le modifiche ed i restauri dell'orologio che però ha mantenuto intatta la sua forma originale e, per nostra fortuna, il suo funzionamento.

Le più importanti modifiche apportate sono state eseguite, come già detto, intorno alla fine del XVII secolo e nel XVIII secolo, quando, oltre al nuovo pendolo, nella lanterna superiore della Torre è stata installata l'attuale campana in bronzo che viene azionata con una serie di lunghi rinvii dall'orologio stesso (*treno del suono*) e che batte e ribatte con un ritardo di circa 5-6 minuti, le 12+12 ore della giornata.

Successivamente sono state apportate nuove modifiche in seguito alla scelta dell' "orario francese" (il giorno è diviso equamente in 24 ore uguali tra loro e la segnalazione delle ore XII è posizionata sul vertice alto del quadrante, come ora siamo abituati nel leggere i nostri orologi) quando si è dovuto modificare il quadrante dell'orologio, previsto dal Dondi con "orario italiano" (la prima ora del giorno iniziava al tramonto del sole, con ore di ampiezza diversa in funzione della stagione e la segnalazione dell'ora "0" era posizionata sulla destra orizzontale del quadrante, com'è leggibile attualmente).

Infine, ma non ultima, la sostituzione dello "scappamento" con un tipo ad "ancora" eseguito nella seconda metà del XIX secolo da un successivo meccanico dell'Osservatorio Astronomico e la installazione dei dispositivi automatici per la visione esterna delle ore e dei minuti (cambio ogni 5 minuti).

### **Nota di lettura dell'orario sul quadrante esterno**

Per finire una utile annotazione relativa alla lettura dell'orario attraverso la *lancetta col sole* presente sul quadrante esterno.

Con l'intervento di restauro eseguito dopo la conclusione dell'ultimo conflitto bellico, si è voluto ripristinare il quadrante originale dove le ore sono riportate in numeri romani all'interno di 24 caselle incise sulla parte esterna della mostra dell'Astrario.

Si osserva che l'inizio della prima ora è coincidente con l'orizzonte sul lato destro per cui lo **zero** (inizio del nuovo giorno) è stabilito dalla riga di suddivisione tra la casella che contiene il n. XXVIII e quella del n. I.

Tale situazione comporta che per leggere correttamente il tempo ci si debba riferire all'ora segnata dalla casella precedente aggiungendo ad essa la frazione di casella consumata dallo scorrere della *lancetta col sole*.

Ad esempio: quando la lancetta si trova al centro della casella corrispondente alle ore X, l'ora corrispondente da leggere sarà quella riportata dalla casella precedente: **IX** a cui viene aggiunta la mezza ora già percorsa dalla *lancetta col sole*, saranno cioè, le ore 9 e 30 minuti.

La maggior difficoltà per il lettore dell'orologio è quella di stabilire a quale frazione di ora (quanti minuti) corrisponda il tratto percorso all'interno della casella dove è collocata la *lancetta col sole*.

### **c.3) Orologio**

Il recentissimo restauro dell'orologio eseguito in maniera magistrale dai soci dell'A.R.A.S.S.-Brera ha rimesso finalmente in servizio il vecchissimo orologio medioevale. Il restauro è completamente reversibile per cui se si volesse riportare l'orologio alle condizioni di funzionamento pre restauro, esso sarebbe possibile in maniera molto veloce disaccoppiando il complesso orologio dal sistema di caricamento dei pesi motore che ora sono azionati automaticamente da motoriduttori elettrici e rinvii a vericello del tipo a rocchetto e catena.

Tali gruppi che ricaricano i treni del tempo e del suono sono visibili al visitatore nel sottopalco che

sostiene l'orologio vero e proprio.

Attraverso la lastra di policarbonato trasparente è perfettamente visibile il macchinario che costituisce l'orologio che, come già detto, è costituito da una *gabbia in ferro battuto* di ottima fattura nel cui interno sono assemblati mediante il solo impiego di *perni e cunei* in acciaio, tutte le *ruote dentate*, anch'esse costruite quasi completamente in ferro battuto, che costituiscono i "treni" del *tempo* (la metà della gabbia verso l'esterno) e del *suono* (la metà gabbia verso il punto di osservazione). Sono visibili anche i *tamburi*, attualmente resi liberi, dove si arrotolavano le corde che tenevano i *pesi motori* in materiale lapideo rispettivamente di 100 kg e di 160 kg, i quali venivano caricati manualmente a mezzo di apposite manovelle dall'operatore.

Si intravede nella parte posteriore sia il meccanismo di "scappamento ad ancora" sia la sofisticata sospensione a lamina d'acciaio dell'asta del pendolo, originale in legno, della lunghezza di circa 4 metri.

Con estrema difficoltà per la posizione di osservazione, è possibile anche intravedere il collegamento "cardanico" tra l'orologio e l'astrario, fonte di continue regolazioni a cui dev'essere soggetto l'orologio stante l'impossibilità di equilibratura delle varie ruote che lo compongono e che vengono movimentate dall'orologio stesso, a seguito di pesi ed attriti diversi causati dal loro continuo movimento di rotazione indotto dall'orologio.

#### c.4) *Dispositivi per il cambio delle ore e dei minuti*

Ai lati dell'orologio, in collegamento con lo stesso per mezzo di opportuni rinvii costituiti da lunghe aste di legno nascoste sotto l'impiantito, sono installate le grandi ruote del diametro di circa 1,80 m, costruite nella seconda metà dell'Ottocento in ferro e zinco. Ad ognuno di questi meccanismi, dotati del proprio peso motore di circa 10 kg è stato aggiunto, in maniera completamente reversibile, il sistema automatico di ricarica dei pesi mediante motoriduttore, in sostituzione delle manovelle che prima erano necessarie all'operatore per la ricarica dei pesi motori.

Le ruote delle ore e dei minuti sono divise in 12 "spicchi" di uguale ampiezza che riportano la scritta in numeri romani da I a XII per la ruota di destra, quella delle ore; in numeri arabi da 0 a 55 per la ruota di sinistra, quella dei minuti, con intervallo tra uno spicchio e l'altro corrispondente a cinque minuti.

Il funzionamento di ognuno di questi dispositivi, comandati mediante opportuni *pioli* sistemati nella *ruota ripetitrice del tempo*, avviene ogni 5 minuti o, contemporaneamente, ogni ora, nel modo sinteticamente sotto descritto.

Durante il trascorrere del tempo comandato dal *peso motore* e controllato dal *pendolo*, attraverso i rapporti matematici tra le diverse ruote dentate che compongono il "*treno del tempo*", si genera il movimento rotatorio di una ruota dentata, esterna alla gabbia dell'orologio, che compie un giro ogni ora.

In questa ruota sono fissati dodici pioli, undici dei quali di lunghezza uguale atti a comandare la leva che scandisce i 5 minuti ed uno di lunghezza tale da poter comandare contemporaneamente due leve: quella dei minuti (minuto 0) e quella dell'ora.

Il movimento rotatorio della ruota dentata comporta il sollevamento di un'asta opportunamente fulcrata, che attraverso una serie di leverismi carica un peso opportuno (*martelletto*) situato in corrispondenza del complesso meccanismo di comando-controllo della ruota, che si basa sullo stesso principio tecnologico utilizzato per la movimentazione delle vecchie pistole a tamburo del tipo Colt.

Allo scadere del minuto/ora prescritto, il *piolo* abbandona la propria leva che, liberata, provoca la caduta del *martelletto* sull'apposito *piattello di ricevimento* il quale a sua volta è sistemato in modo da spostare una *slitta* che libera a sua volta un altro *piolo* infisso in ogni spicchio della

ruota la quale, liberata da ogni impedimento, viene trascinata in rotazione dal proprio *peso motore*.

Al termine della corsa del *piolo* sulla *slitta*, corrispondente nella lunghezza alla rotazione di uno “*spicchio*” e sufficiente per posizionare il nuovo numero di fronte all’oculo, la *slitta* si rialza, costretta da una opportuna *molla di richiamo*, quel tanto da impedire la continua rotazione della ruota bloccando il *nuovo piolo* corrispondente al *nuovo spicchio* numerato.

Durante la rotazione il *piolo* liberato impegna un opportuno *freno a ceppi*, interamente costruito in legno, che serve a trasformare in calore l’energia cinetica accumulata dal movimento di rotazione della ruota.

#### d.1) *Quarto livello*

Nella sala corrispondente al quarto livello della Torre, raggiungibile dopo una ulteriore rampa di scale, **escluso dalla visita** per volontà del Responsabile della sicurezza del Comune di Padova, sarebbe possibile vedere quanto rimane dell’abitazione del “*temperatore*”, il mastro orologiaio che prima la Signoria carrarese e poi il comune di Padova aveva incaricato della gestione dell’orologio del Dondi e degli altri orologi installati nel Palazzo del Comune e della Ragione.

E’ da tener presente che alcune finestre sono state aperte recentemente per cui la sala costituente la dimora del suddetto “*temperatore* doveva risultare alquanto buia.

Risulta comunque visibile il focolare originale completo della cappa del camino, con gli annerimenti dei laterizi causati dal fuoco di legna necessario alla cucina.

Sono altresì visibili i fori di scorrimento dei pesi motori delle ruota dei minuti/ore, attualmente in parte occupati dagli attuali pesi motori e dai loro sistemi elettromeccanici di controllo.

Tale situazione, compresi i fori di passaggio della corda che aziona la campana posta nella loggia superiore della Torre ci fa comprendere quanto intima fosse la convivenza tra la “*macchina*” orologio ed il suo gestore/manutentore.

Infine, come già accennato, esistono altri due livelli della Torre **non accessibili** per questioni di sicurezza, nei quali probabilmente erano collocati, in simbiosi con gli apparati di trasmissione del suono, altri locali ad uso del “*temperatore*”, compreso l’accesso all’ultimo livello costituito dalla lanterna della torre dov’è installata la Settecentesca campana in bronzo.

Da questa posizione (lanterna della campana), peraltro non facilmente accessibile a tutti, è visibile un invidiabile panorama prospettico della Città, della Piazza dei Signori, del Palazzo della Ragione, delle chiese e monumenti più importanti della nostra Padova, che ci induce di suggerire al Comune di Padova di trovare una soluzione tale da permetterne l’accesso in sicurezza a questo livello, sia pure per un limitato gruppo di 4-5 visitatori alla volta.

Padova, 16/09/2010