

TESORI VICINI

www.tesorivicini.it



in collaborazione con



Mario Margotti
Socio A.R.A.S.S. – Brera
Curatore dell'Orologio Astrario
di Piazza della Loggia – Brescia



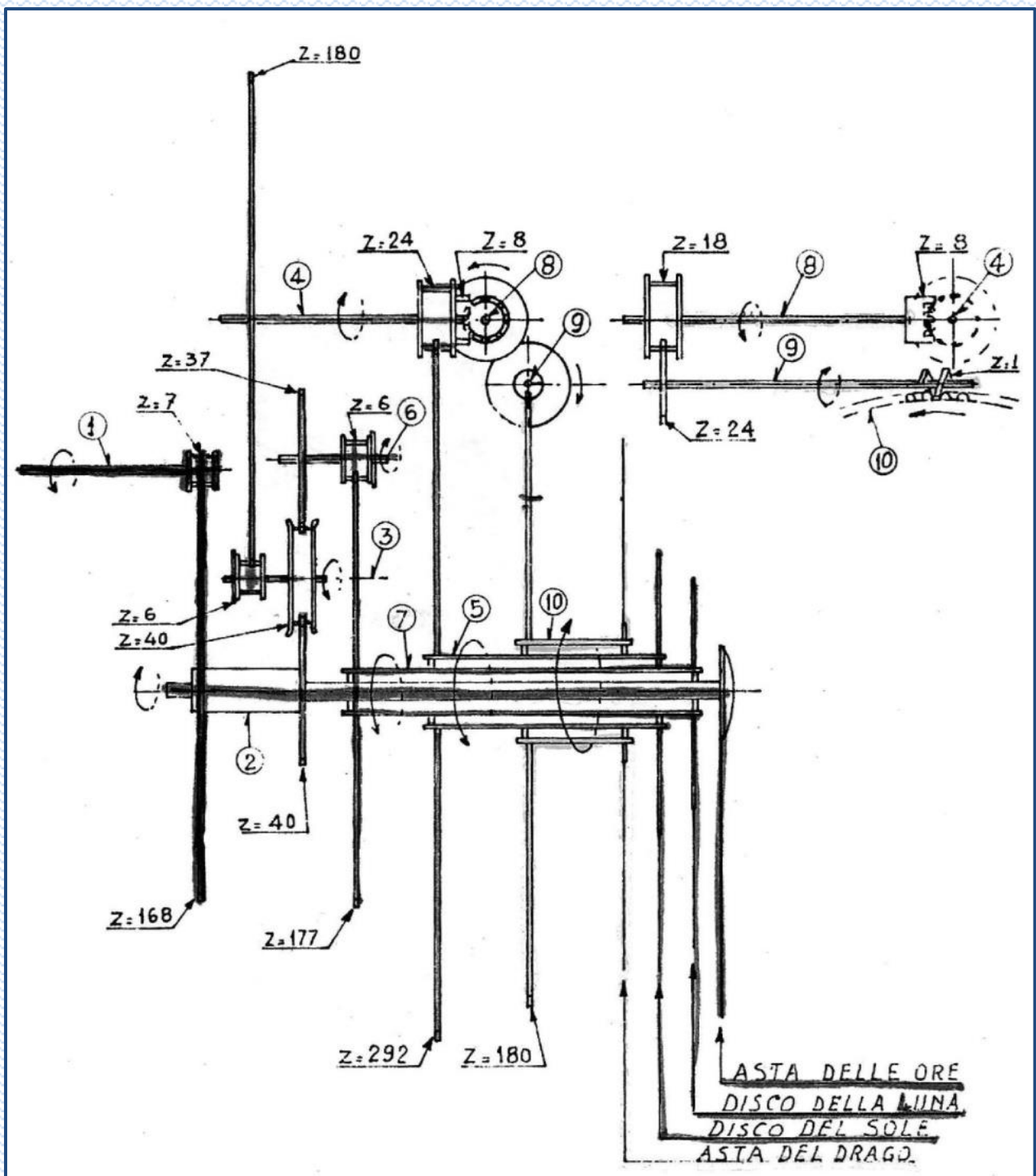
Cremona
Orologio Astrario del Torrazzo
Anno 1583



Quadrante originale dell'Orologio Astrario del Torrazzo - Cremona

– Sezioni del Quadrante –

- Terra - Indicazione delle Ore;
- Luna - nello Zodiaco – Fasi – Età – Eclissi;
- Sole - nello Zodiaco – Datario – Eclissi;
- Drago - Retrogradazione dei Nodi Lunari – Eclissi.



**Schema dei ruotismi della sezione Astrario
dell'Orologio del Torrazzo**

Disegno di V. Ferraroni

Sul quadrante si apprezzano le seguenti indicazioni

- Le 24 ore;
- La posizione della Luna nello Zodiaco;
- La Lunazione Sinodica;
- Giorni trascorsi dalla Luna Nuova;
- Le Fasi Lunari;
- Il Mese Draconico;
- La Luna ai Nodi: Ascendente - Discendente;
- La rappresentazione della forma della Luna in cielo;
- La data espressa in Mese e Giorno;
- La posizione del Sole nello Zodiaco;
- L'Anno Draconico;
- La Retrogradazione della linea dei Nodi Lunari;
- Le Eclissi.

– Sezioni del Quadrante –

La sezione Astrario della macchina del Torrazzo è realizzata in modo da portare in rotazione intorno all'asse primario dell'insieme, una serie di assi cavi concentrici ad ognuno dei quali sono fissate le lance che rappresentano il moto della Luna, del Sole e del Drago per la rappresentazione della retrogradazione dei Nodi lunari.

– Lancia del moto della Terra – Indicazione delle Ore

La funzione di questa lancia è di rappresentare sul quadrante l'indicazione delle 24 ore. L'origine e la frequenza del moto, è data dall'asse proveniente dalla sezione Tempo dell'orologio posta al centro della sala che compie 24 giri in 24 ore.

Giri dell'asse del tempo $24 * \frac{7}{168} = 1$ giro in 24 ore.

Da questo asse prendono il moto le ruote delle sezioni della Luna, del Sole e del Drago.

– Moto del disco-lancia della Luna –

Il disco-lancia del moto della Luna ruota in senso "Antiorario".

La sua funzione è di rappresentare sul quadrante:

- La posizione della Luna nello Zodiaco;
- Le fasi Lunari in base agli angoli che la lancia della Luna forma in senso antiorario, rispetto alla lancia del Sole: Luna Nuova 0° (Congiunzione); Primo Quarto, 90°; Luna Piena, 180° (Opposizione); Ultimo Quarto 270°;
- La Lunazione Sinodica: (Tempo che intercorre tra un novilunio e quello successivo che ha una durata di: 29,53059 giorni);
- L'oculo del disco/lancia della Luna mostra approssimativamente la sua forma in cielo;
- Giorni trascorsi dalla Luna Nuova;
- La Luna al Nodo Ascendente: (Lancia della Luna sovrapposta alla lancia del Drago lato della testa);

- La Luna al Nodo Discendente: (Lancia della Luna sovrapposta alla lancia del Drago lato della coda);
- Il Mese Draconico: mediante sovrapposizione della lancia della Luna, alla lancia del Drago lato della testa; (Tempo tra due passaggi consecutivi della Luna al Nodo Ascendente che ha una durata di: 27,21222 giorni);
- Le Eclissi mediante congiunzione (0°), o opposizione (180°), con la lancia del Sole e la testa, o la coda, della lancia del Drago.

L'indicazione della Lunazione Sinodica, avviene con la sovrapposizione della lancia della Luna a quella del Sole.

Per le sue funzioni la lancia del Sole compie un giro in un anno nello stesso senso (antiorario) della lancia della Luna.

Per indicare la Lunazione Sinodica, la lancia della Luna deve compiere un giro completo e proseguire sino a raggiungere la lancia del Sole che nel frattempo ha ruotato nello stesso senso per il tratto che gli compete in 29,5 giorni.

29,5 giorni è il valore tipico impiegato degli astrari per l'indicazione di una Lunazione Sinodica; 12,373 in un anno.

Pertanto per manifestare sul quadrante 12,373 Lunazioni Sinodiche in un anno, la lancia della Luna deve compiere 13,373 rotazioni.

– Lancia del Sole – Posizione nello Zodiaco – Datario

La lancia del Sole ruota in senso “Antiorario”. La sua funzione è di rappresentare sul quadrante le seguenti indicazioni:

- La posizione del Sole nello Zodiaco;
- La data espressa in giorni e mesi a mezzo della tratta media della lancia del Sole;
- La Lunazione Sinodica: Lancia della Luna sovrapposta alla lancia del Sole a 0° - “Congiunzione”;
- La Luna Piena: Lance del Sole e della Luna poste a 180° fra loro - “Opposizione”;
- L'Anno Draconico: (E' l'intervallo di tempo compreso fra due successive congiunzioni del Sole con lo stesso nodo dell'orbita Lunare ed ha una durata di 346,62 giorni solari medi);
- Le Eclissi mediante sovrapposizione (0°), o opposizione (180°), con quella della Luna e la testa, o la coda, della lancia del Drago.

Rispetto alla frequenza dell'Asse del Tempo (1 giro ogni 24 ore, 365 in un anno), le ruote di questa sezione la rallentano affinché l'asta del Sole compia un giro in 365 giorni.

Come il calendario essa indica l'anno di 365 giorni accantonando le mancanti 6 ore da contare ai bisestili con l'introduzione del 29 febbraio.

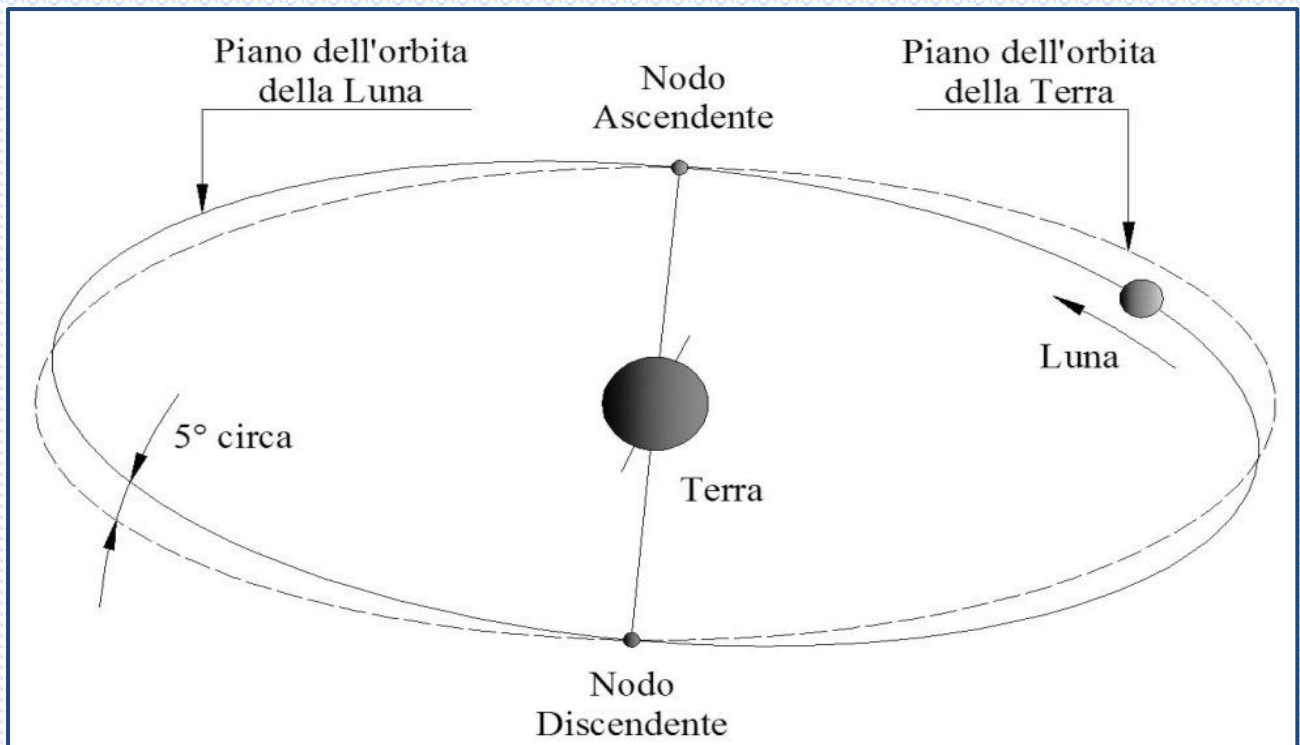
Nella configurazione originale del quadrante, la lancia del Sole indicava i Solstizi e gli Equinozi nella posizione pertinente alla relativa declinazione del Sole.

– Lancia del Drago – Retrogradazione dei Nodi Lunari

La lancia del Drago, (Caput Draconis - Cauda Draconis), ruota in senso “Orario”.

La funzione e il valore della sua rotazione rappresentano il moto di retrogradazione della linea dei Nodi Lunari. La testa della lancia del Drago rappresenta il Nodo Ascendente, la coda il Nodo Discendente. La

Linea dei Nodi ruota in senso opposto al movimento di rivoluzione Lunare cioè va incontro alla Luna, compiendo una rotazione completa in senso orario rispetto alle stelle in 18,611916 anni solari medi. Dopo tale periodo, tutto si ripeterà alle medesime condizioni con la Luna nelle stesse posizioni rispetto al Sole, ai nodi e alla Terra.



Come detto, alla lancia del Drago si riferiscono le lance della Luna e del Sole per indicare le Eclissi, il mese Draconico (lancia della Luna) e l'anno Draconico (lancia del Sole).

A mezzo della Testa e della Coda della lancia del Drago vengono indicate:

- Le Eclissi; con la sovrapposizione contemporanea alla testa o alla coda delle lance della Luna e del Sole;
- Il Mese Draconico: con la sovrapposizione della lancia della Luna alla lancia del Drago lato della testa;
- L'Anno Draconico: con la sovrapposizione della lancia del Sole alla lancia del Drago lato della testa;
- La Luna al nodo Ascendente: con la sovrapposizione della lancia della Luna alla lancia del Drago lato della testa;
- La Luna al nodo Discendente: con la sovrapposizione della lancia della Luna alla lancia del Drago lato della coda.

Le ruote della lancia del Drago le fanno compiere una rotazione di 360° , che rappresenta un ciclo di retrogradazione dei nodi lunari, in 7200 giorni in luogo di 6798.

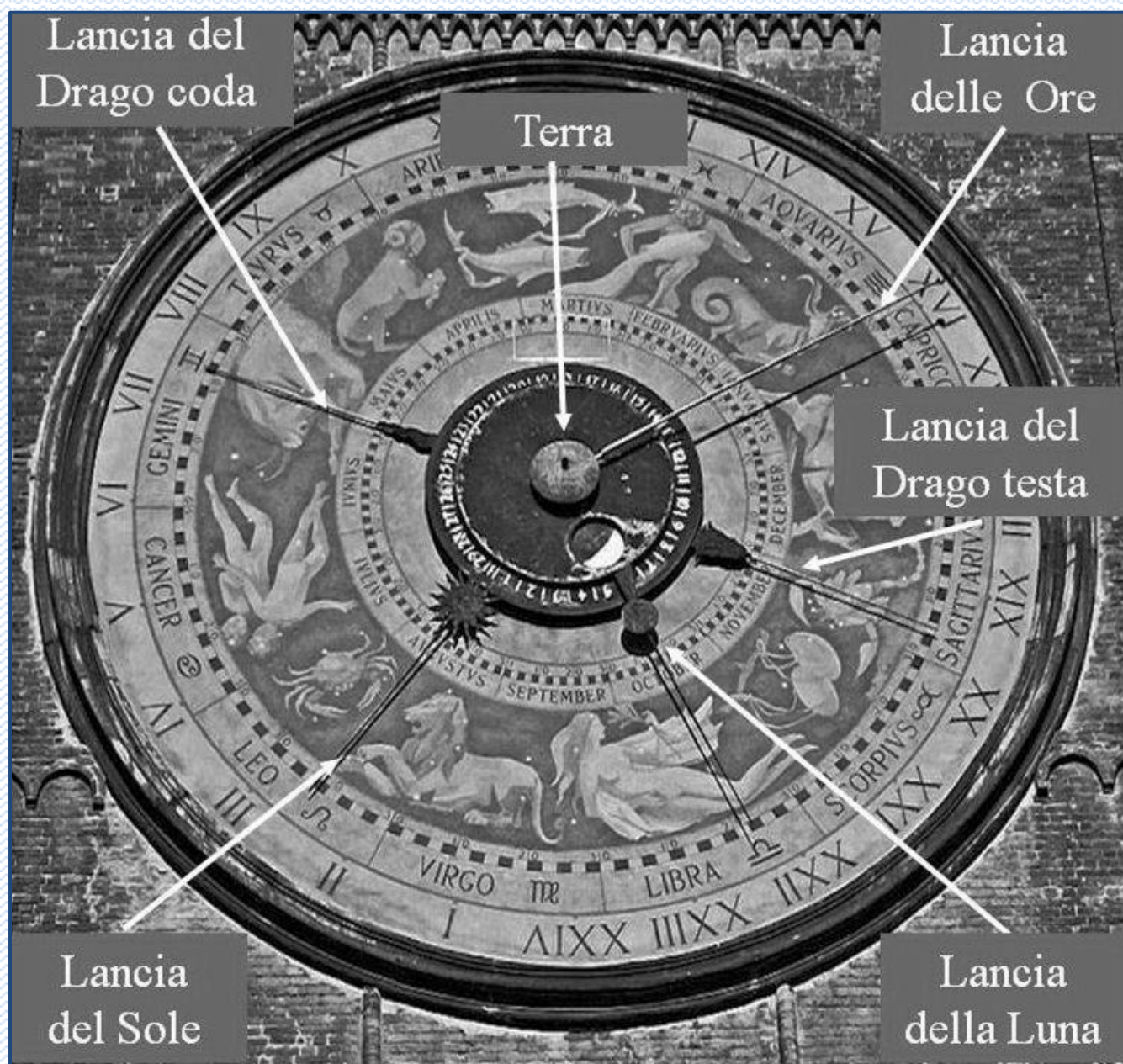
Nel suo ciclo di 18,611916 anni, ritarda di 402 giorni. Questo può sembrare un errore importate ma in realtà se l'orologio è seguito adeguatamente non è così. Infatti per mantenere in fase la lancia del Drago, è sufficiente spostare in avanti un dente della sua ruota ogni 669 giorni (circa 1,8 anni).

Queste regolazioni erano normalmente previste sin dal momento di costruzione. Il "temperatore dell'orologio" è la persona che deve curare l'orologio in tutti i suoi aspetti svolgendo in particolare le funzioni di carica, manutenzione e regolazione.

Tutte le grandi macchine da torre erano e sono tutt'oggi seguite da persone con lo specifico incarico di “temperatore dell'orologio”.

Nel primo periodo di vita dell'orologio la funzione era svolta dallo stesso costruttore che poi istruiva un'altra persona che si era dimostrata capace e volenterosa affinché lo sostituisse. E così in avvenire.

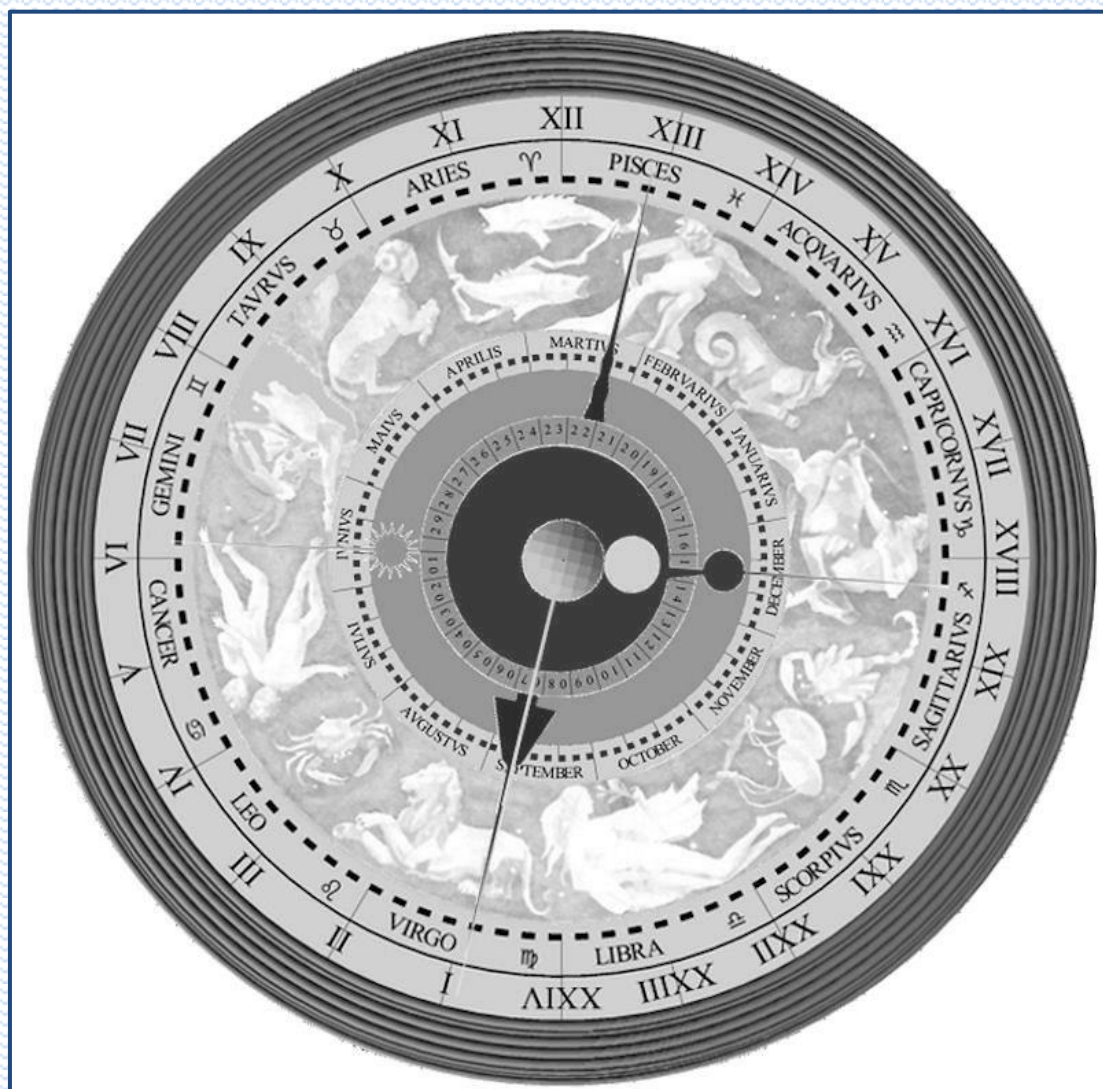
– Lance del Quadrante –



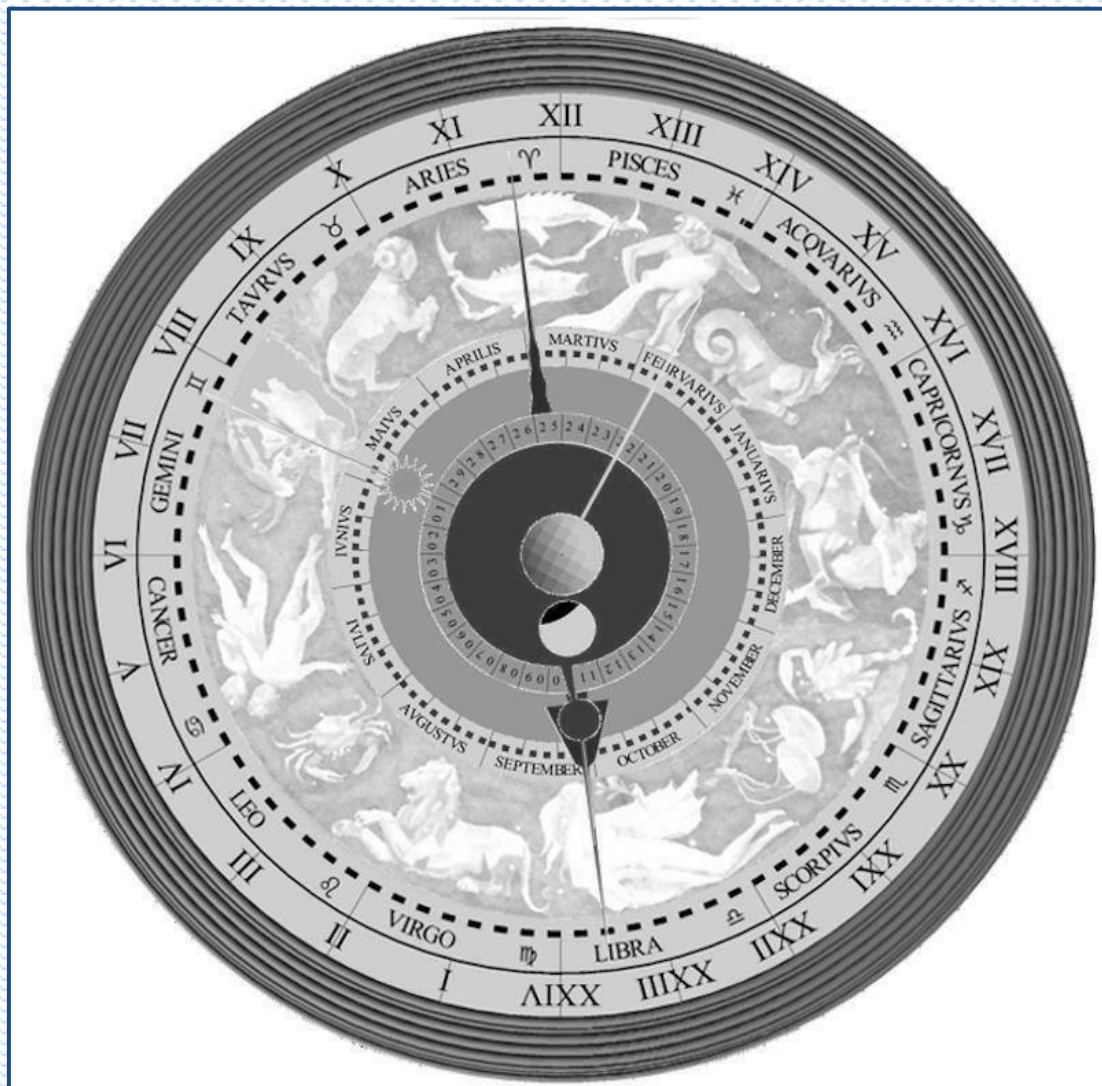
– Esempi di indicazione sul quadrante –



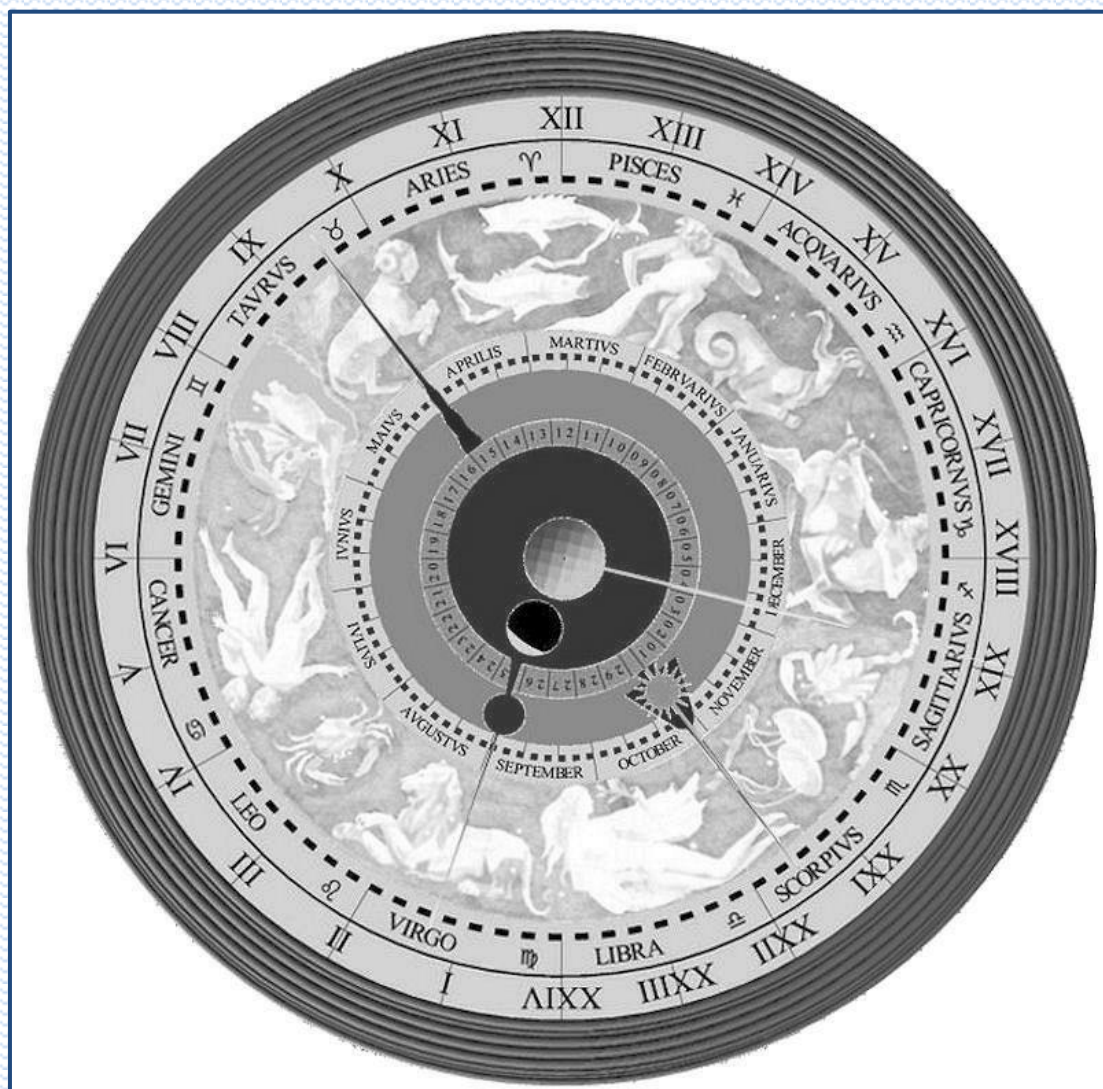
Esempio di indicazione di **Luna Nuova** (Congiunzione)
fine - inizio della **Lunazione Sinodica**
La lancetta della Luna è congiunta (0°) a quella del Sole.



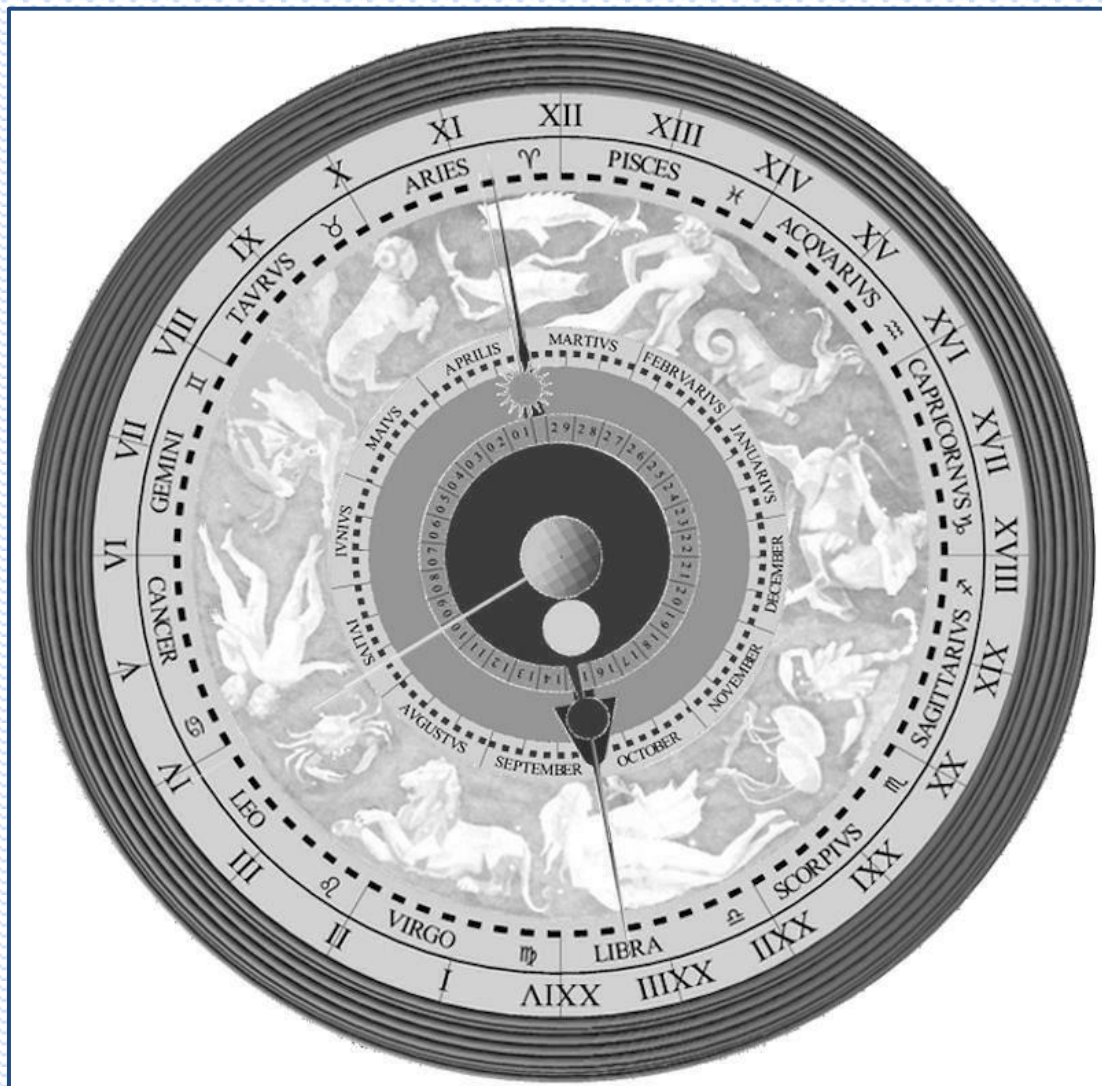
Esempio di indicazione di **Luna Piena** (Opposizione)
La lancetta della Luna è opposta (180°) a quella del Sole



Esempio di indicazione di fine-inizio del **Mese Draconico** (27,21222 giorni)
e del passaggio della Luna al Nodo Ascendente.
La lancia della Luna è congiunta (0°) alla **testa** della lancia del Drago



Esempio di indicazione di inizio-fine dell'**Anno Draconico** - (346,62 giorni)
La lancia del Sole è congiunta (0°) alla **testa** della lancia del Drago.



Esempio di indicazione di **Eclisse di Luna**

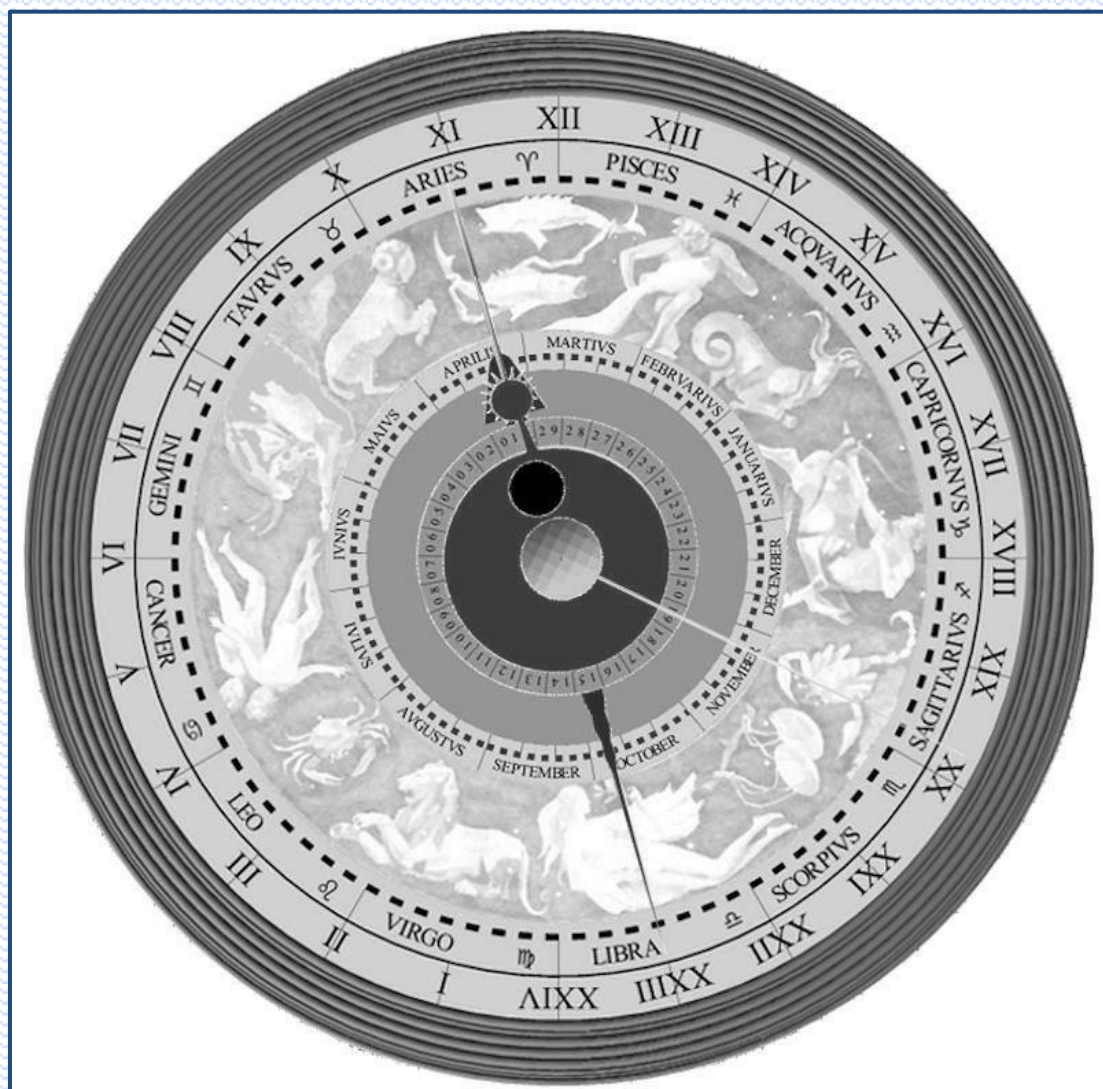
La lancia della Luna è congiunta (o vicina se l'eclissi è parziale)
al Nodo Ascendente **testa** della lancia del Drago.

La lancia del Sole è congiunta (o vicina se l'eclissi è parziale)
al Nodo Discendente **coda** della lancia del Drago. La Terra è in mezzo.



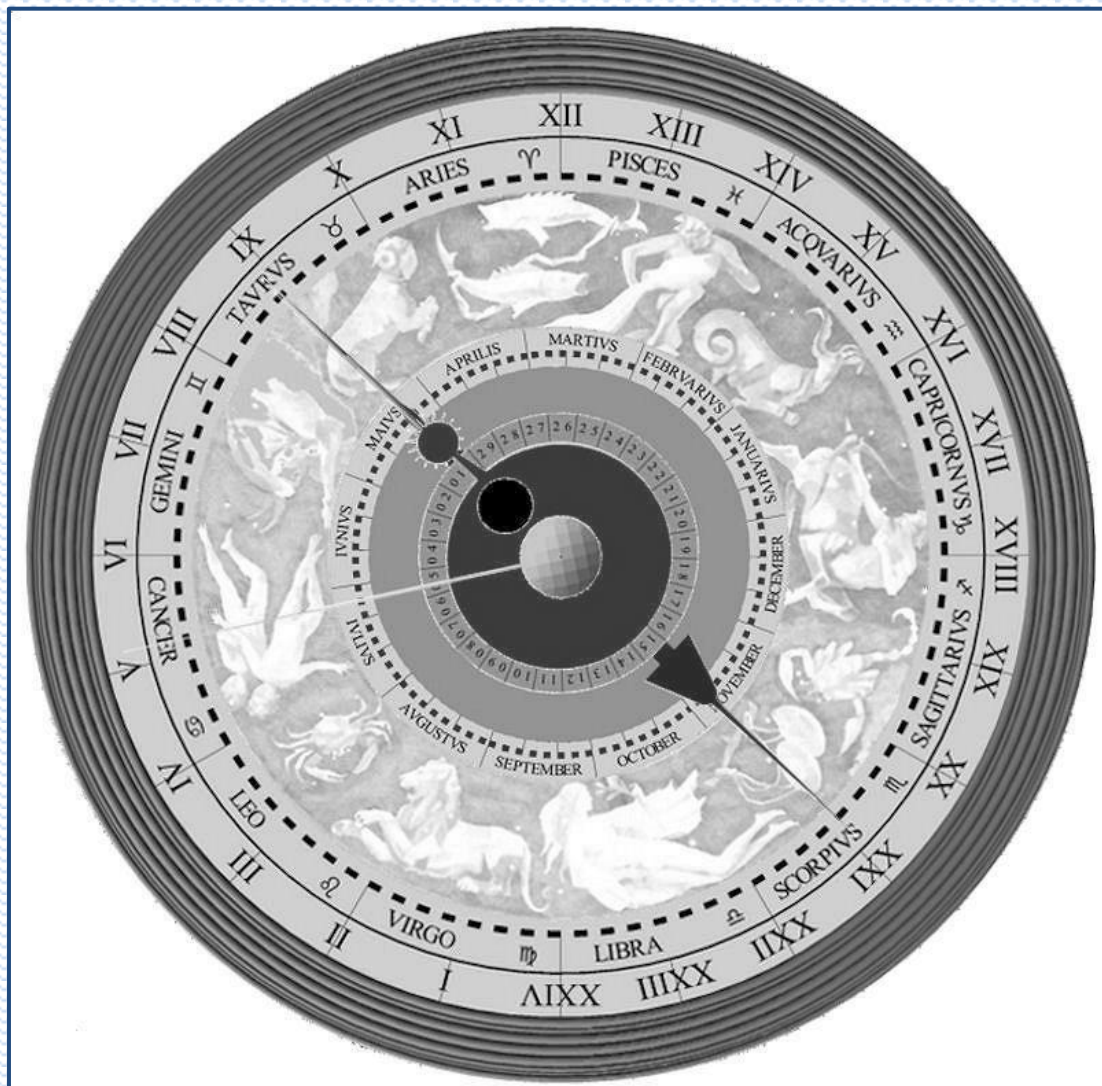
Esempio di indicazione di **Eclisse di Luna**

La lancia della Luna è congiunta (o vicina se l'eclissi è parziale)
 al Nodo Discendente **coda** della lancia del Drago -
 la lancia del Sole è congiunta (o vicina se l'eclissi è parziale)
 al Nodo Ascendente **testa** della lancia del Drago. La Terra è in mezzo.



Esempio di indicazione di **Eclisse di Sole**

La lancia della Luna e del Sole sono ambedue congiunte
(o vicine se l'eclissi è parziale) al Nodo Ascendente
testa della lancia del Drago.



Esempio di indicazione di **Eclisse di Sole**

La lancia della Luna e del Sole sono ambedue congiunte
(o vicine se l'eclissi è parziale) al Nodo Discendente
coda della lancia del Drago.



Ruota Partiora - Ora Francese - Ora Italiana

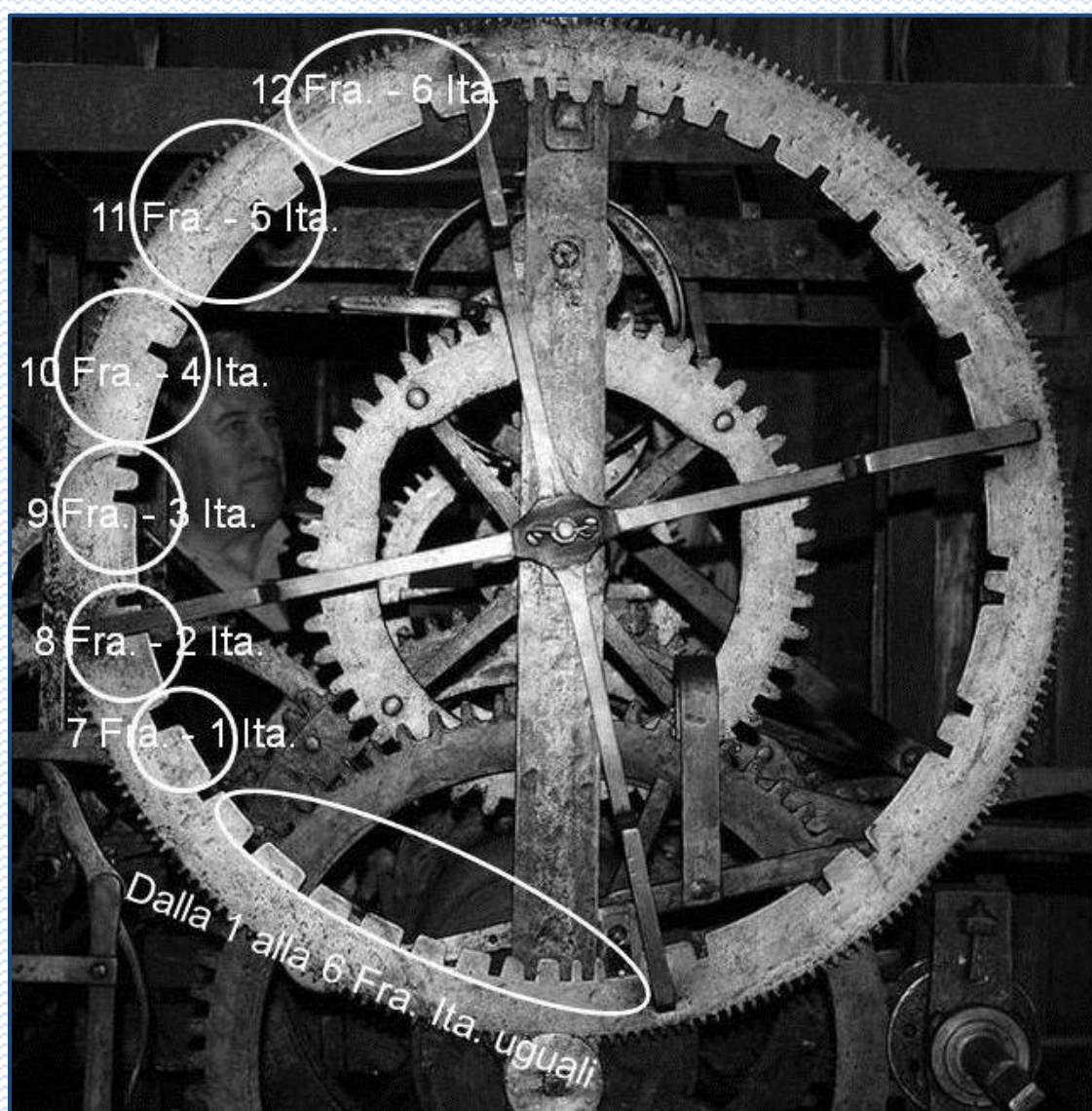
La ruota partiora della suoneria della macchina del Torrazzo, è stata ricostruita in luogo di una precedente in concomitanza dell'introduzione del sistema orario alla Francese avvenuto in Lombardia nel 1786. Il sistema Italico precedentemente in uso, è stato sostituito dal nuovo sistema che divide le 24 ore in due parti di dodici ore; dal mezzogiorno alla mezzanotte.

Il precedente sistema espresso dalla suoneria degli orologi da torre, conteggiava le 24 ore divise in quattro blocchi di 6 ore ed era definito per l'appunto sistema a 6 ore, alla romana o all'italiana e si articolava in 6 ore ripetute per 4 volte. La nuova ruota partiora, è stata conformata per emettere i rintocchi orari di ambedue i sistemi: a 12 e 6 ore. Con questo i costruttori hanno fatto in modo che i cittadini potessero udire in modo ravvicinato i rintocchi di ambedue i sistemi orari, facilitando la comprensione e il passaggio dal sistema precedente al nuovo.

Dalla battuta dell'ora una, alla battuta della ora sei, l'emissione dei rintocchi dell'ora Francese e Italiana sono uguali. Vi sono due settori pieni di eguale larghezza che si susseguono dalla una alle sei.

Dalla battuta della settima ora Francese, inizia la differenza essendo che per l'ora Francese si prosegue nelle battute delle ore successive fino all'emissione di 12 battute mentre per il sistema all'italiana si riprende dalla battuta una.

La ruota è costruita in due parti speculari quindi il tutto si verifica nelle due sezioni di 12 ore.



Orologio Astrario
del Torrazzo
Ruota partiora

– Regolazione delle lance –

Pur nella complessità dei dati forniti, le lance del quadrante dell'Astrario del Torrazzo si regolano abbastanza facilmente.

La lancia del Sole, nella funzione di indicazione della data, si può considerare base di partenza e di riferimento per le successive regolazioni delle lance della Luna e del Drago. Per questo e per la sua funzione essa deve trovarsi in fase con il calendario.

Posta in regolazione la lancia del Sole, la lancia della Luna si regola in coincidenza del fenomeno di Luna Nuova. In quel momento la lancia della Luna deve trovarsi in congiunzione (sovrapposta) alla lancia del Sole. Il dato dell'istante in cui avviene il fenomeno è di facile acquisizione.

Poste in regolazione la lancia del Sole e della Luna, la lancia del Drago si può regolare in coincidenza del passaggio della Luna ai nodi; Ascendente o Discendente che avviene ad ogni lunazione.

Il passaggio ai nodi è evidenziato dal dato di Latitudine della Luna (da $+5^\circ$ a -5° circa) che si ricava dalle effemeridi o mediante programmi di calcolo astronomico.

Il dato di Latitudine viene espresso con variazione del segno: da negativo a positivo, al passaggio della Luna al Nodo Ascendente; da positivo a negativo, al passaggio della Luna al Nodo Discendente.

In quei momenti, la lancia del Drago deve trovarsi in congiunzione (una sull'altra) con la lancia della Luna dal lato della testa quando la Luna si trova al Nodo Ascendente, dal lato della coda, quando la Luna si trova al Nodo Discendente.

– Sole e Macchine del Tempo –

Pur gli orologi meccanici rimase per molti secoli la necessità di avere uno strumento di riferimento per la loro regolazione: il passaggio del Sole al meridiano locale, (mezzogiorno vero locale), venne preso quale base di riferimento.

Lo strumento che rese possibile apprezzare questo fenomeno astronomico è la Meridiana. Il moto del Sole visto in un particolare momento della giornata su uno strumento di riferimento fornì la precisa indicazione per la regolazione delle macchine degli orologi.

Generalmente il tipo di meridiana realizzato e utilizzato per queste operazioni è orizzontale del tipo a "camera oscura".

Un foro opportunamente calibrato in rapporto all'altezza dal pavimento posto in alto sulla parete o sul tetto, lascia entrare nella stanza di un orologio o generalmente in una chiesa, un raggio di luce che genera al suolo l'immagine del Sole.

Nell'istante in cui la macchia di luce incrocia e viene tagliata in due sulla linea meridiana calcolata e realizzata sul pavimento, si ha l'indicazione del mezzogiorno vero locale utilizzato dal temperatore per regolare l'orologio.

Un importante esempio di meridiana asservita alla regolazione dell'orologio lo troviamo proprio nella sala macchine del Torrazzo a Cremona.

Vicino alla grande macchina è tracciata sul pavimento la linea del passaggio al meridiano locale del Sole.

La comunione fra il Sole e le grandi macchine per la misura del tempo, è ben evidenziato dalla richiesta scritta nel 1798, da Giovanni Battista Rodella, conduttore dell'Orologio Astrario di Piazza dei Signori a Padova:

... "esibisse per riddur l'opera alla sua maggior essatezza, di costruire una essata Meridiana a canto della detta Macchina"...

A partire dagli albori dello sviluppo dell'orologeria e ancora nel 1798, il connubio fra Sole e macchine era ben saldo.

– Note e Dati –

Mese Sidereo - è il tempo impiegato dalla Luna a compiere un giro completo intorno alla Terra. Esso ha una durata di: 27,32166 giorni = $27^g 7^h 43^m 11^s,5$.

Mese Sinodico - (Lunazione), è il periodo durante il quale la Luna attraversa tutte le sue modificazioni di aspetto tra due Noviluni successivi. Esso ha una durata di: 29,53059 giorni = $29^g 12^h 44^m 2^s,8$.

Mese Draconico - è l'intervallo di tempo compreso tra due passaggi consecutivi della Luna al Nodo Ascendente. Esso ha una durata di: 27,21222 giorni = $27^g 5^h 5^m 35^s,8$.

Linea dei nodi - è l'intersezione del piano dell'orbita Lunare con l'eclittica. (L'eclittica è la traiettoria descritta apparentemente dal Sole sulla sfera celeste nel suo corso annuale).

La linea dei Nodi ruota in senso opposto al movimento di rivoluzione Lunare (e terrestre), compiendo una rotazione completa in senso orario rispetto alle stelle fisse in 18,61191 anni, (retrogradazione o regressione dei nodi). I nodi vanno incontro alla Luna, la quale ritorna allo stesso nodo prima di aver compiuto una rivoluzione completa di 360° rispetto alle stelle fisse. L'allineamento di Sole, Terra e Luna è possibile solo quando la Luna si trova in uno dei nodi con la conseguenza che si può verificare una Eclisse.

Eclissi

Eclisse di Sole: La Luna si trova tra Terra e Sole e il cono d'ombra della Luna investe la Terra. Si verifica quando la Luna è prossima alla congiunzione (Luna nuova).

Eclisse di Luna: Terra tra Luna e Sole e il cono d'ombra terrestre investe la Luna. Si verificano quando la Luna è prossima all'opposizione (Luna piena).

Anno Tropico - (dal greco tropos, rotazione), è il tempo impiegato dal Sole per tornare nella stessa posizione lungo l'eclittica visto dalla Terra. Esso ha come punto zero il primo punto d'Ariete o punto Gamma (γ). La sua durata non è costante essendo che il moto della Terra attorno al Sole è perturbato dalla presenza della Luna e del Sole stesso, inoltre la precessione degli equinozi sposta lentamente il punto γ . Per questo è stato definito un anno tropico medio, pari a 365,2422 giorni.

Anno Bisestile - anno di 366 giorni, con febbraio di 29 giorni.

La riforma del calendario voluta da papa Gregorio XIII nel 1582 che contempla la sua introduzione prevede:

- inserimento di un giorno bisestile ogni 4 anni, negli anni divisibili per 4, il giorno viene aggiunto come 29 febbraio;
- inserimento del giorno bisestile negli anni centenari purché divisibili per 400.

Per meglio chiarire questa regola, sono stati e saranno bisestili, ad esempio, gli anni 2012, 2016, perché divisibili per 4; non sono stati né saranno bisestili gli anni 1900, 2200 perché sono centenari non divisibili per 400; mentre gli anni 2000 e 2400, lo sono perché divisibili per 400.

Anno Draconico - è pari a 346,62 giorni solari medi e quindi a 0,94900561 anni tropici. Esso è l'intervallo di tempo intercorrente tra due successive congiunzioni del Sole con lo stesso nodo dell'orbita Lunare.

I dati di riferimento sono tratti da: "Astronomia Sferica e Teorica" di Francesco Zagar - Zanichelli; "Il Cielo" volume I - Gino Cecchini - UTET; "I.N.A.F." Istituto Nazionale di Astrofisica - Brera Milano.

Anno 2016

Autore Mario Margotti

A.R.A.S.S. - Brera

Curatore dell'Orologio Astrario di Piazza della Loggia – Brescia

Costruttore di Quadranti Solari

Ringrazio

Alessandro Maianti - Curatore dell'Orologio Astrario del Torrazzo per lo scambio culturale e la reciproca collaborazione.

Luigi Chia - Per le immagini degli esempi di indicazione ricavate da software da lui realizzato.

E' vietata la riproduzione parziale o totale del presente quaderno senza la specifica autorizzazione dell'A.R.A.S.S. – Brera via Brera 28 20121 Milano

