

## MODELLO DIDATTICO DELL'OROLOGIO ASTRONOMICICO DI PIAZZA DELLA LOGGIA A BRESCIA GIACOMO AGNELLI

### Estratto

*Nel garage di casa mia, ho costruito un modello - ad uso didattico - dell'Orologio Astronomico del '500, esistente in Piazza della Loggia a Brescia, del quale mi ero occupato per il ripristino conservativo e con l'applicazione di motori elettrici per la risalita delle masse-peso. Tale modello è stato inaugurato dal Sindaco di Brescia ed è visitato da scolaresche e da handicappati, dato il divieto di salire nella torre a vedere l'originale. Sono evidenziati i confronti fra i due orologi e mostrate foto e disegni di funzionamento.*

Premessa - Prima di passare alla descrizione che riguarda il manufatto descritto come Orologio Didattico, si fa precedere un'illustrazione sintetica del meccanismo costruito nel XVI secolo, per l'Orologio di piazza della Loggia, preceduto anche dal luogo dove esso è stato posto.

### OROLOGIO ASTRONOMICICO PLANETARIO detto **MACC de le URE** e la <Piazza della Loggia> dove esso è posto

**LA PIAZZA DELLA LOGGIA** - I bresciani hanno certamente di che esserne orgogliosi: c'è una piazza che è un "Salotto Veneto" (fig. 1), dove ci si fissa volentieri appuntamento, ed un prezioso Orologio Astronomico che dà - a chi lo sa leggere, ma in passato lo sapevano fare in molti - informazioni molteplici, dall'ora del giorno alla situazione della luna e delle stelle (fig. 2 e 3).

Il monumentale capolavoro fu voluto dalla *Serenissima* - Brescia è stata provincia fedele della Repubblica Veneta - che intendeva così mostrare razionalmente lo scorrere del tempo, affinché i suoi cittadini potessero disciplinare, nel migliore dei modi, il lavoro a vantaggio della comunità.

Dopo il restauro operato negli anni 1985-86 sulle parti meccaniche e sugli elementi decorativi, alcune mancanze di manutenzione ordinaria hanno portato alla necessità di un nuovo intervento. Era parso, in un primo momento, che un semplice lavoro di manutenzione meccanica potesse

essere sufficiente, per far tornare il meccanismo in grado di funzionare. Ma occorre ben altro...

Infatti, qualche anno fa, tale orologio si era definitivamente fermato per guasti ed alcune persone hanno ritenuto opportuno di doverlo restaurare completamente e, quindi, ridare ai cittadini quel *Gioiello Cinquecentesco*, che esiste sul lato a mattina della piazza, un monumento prezioso che molte città c'invidiano.

**LA CONSIDERAZIONE DEGLI AVI** - Quest'importante *Meccanismo Astronomico*, esiste da oltre quattro secoli e mezzo, poiché fu eseguito dal Maestro Costruttore Paolo Gennari di Rezzato tra il 1544 ed il 1546, mentre il quadrante ed il sovrastante timpano provengono da Gian Giacomo Lamberti, che li eseguì nel 1547. Più tardi, nel 1581, è stata fatta la campana di bronzo con i due automi di rame (fig. 4), che costituiscono l'insieme statuario - robotico dei martellatori monumentali.



Fig.1 = Piazza della Loggia a Brescia, lato Est con l'Orologio Astronomico detto i "Macc de Ure"



Fig. 2 = Il Quadrante Astronomico a dischi girevoli che rappresentano il moto delle Stelle, del Sole e della Luna.



Fig. 3 = Il quadrante ed il sovrastante timpano, costruiti da Gian Giacomo Lamberti nel 1547. Il meccanismo, che provvede al movimento dell'orologio, è stato costruito da Paolo Gennari, tra il 1544 ed il 1546.



Fig. 4 = I due automi in rame, costruiti più tardi, nel 1581.

Oltre a chiamarlo *Macc de le Ure*, era anche detto la *Luna de Bressa*. A titolo di precisazione, “Macc” non significa “matti” - come molti bresciani ritengono - poiché, nel nostro dialetto, un po’ imbastardito dallo spagnolo, sta per il plurale “Macio”, come dire uomini forti, mazzapicchio, capaci di battere la mazza o il martellone (come fanno i due automi sull’alto della torretta), ecc.

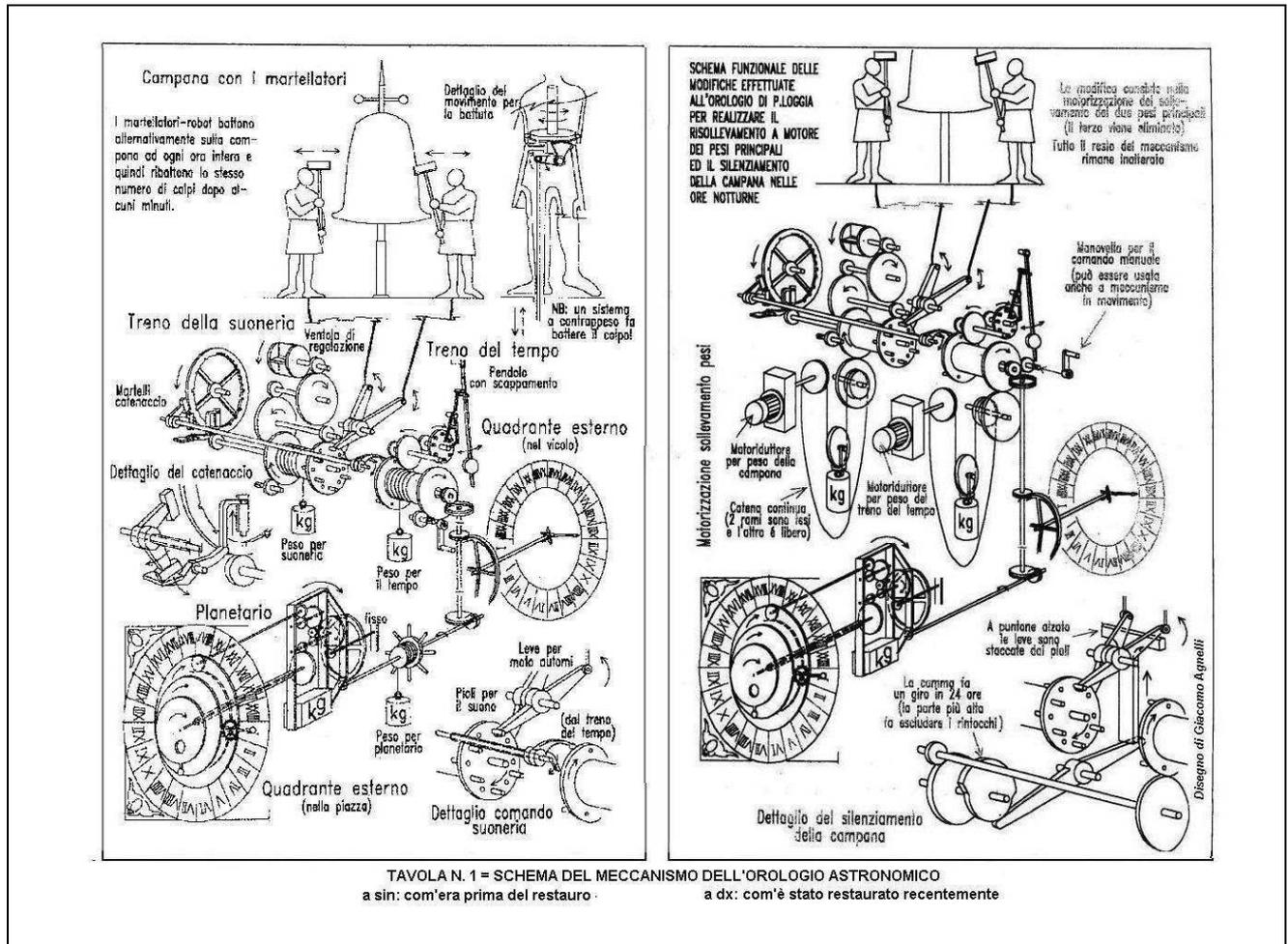
Benché nell’Orologio di Venezia - detto “*dei Mori di Venezia*” - ci sia in più un *Carosello di personaggi che escono al sonar dell’ore*, l’orologio di piazza della Loggia di Brescia, in sostanza ad esso simile e coevo, non è certamente di pregio inferiore!

Restaurarlo è stato un dovere civico... ridonando alla città quel gioiello cinquecentesco, che i nostri vecchi amavano e descrivevano ai forestieri con l’orgoglio di chi possiede cose di valore in casa propria.

**COM'È IL MECCANISMO?** - Nel disegno, della TAVOLA N. 1, si possono osservare le due versioni della macchina che fa funzionare tutto il sistema astronomico, com’essa si presentava prima e dopo l’attuale restauro. Come s’è detto, il ripristino del movimento è stato “conservativo di tutto il sistema”, cosa che è stata fatta anche

per l’orologio di Venezia e per quelli di molte altre città italiane e straniere. Al meccanismo è stato, però, aggiunto un sistema elettrificato automatico, capace di riportare le *masse-peso* nelle posizioni iniziali - ossia la ricarica del motore a gravità - dopo un certo tempo di funzionamento. In tal modo ci si svincola dalla necessità di provvedere alla manovra manuale giornaliera, prima ottenuta manovrando gli argani per la risalita dei pesi.

*La lancetta delle ore - che è unica (una volta chiamata Sfera) e porta l’emblemma del Sole - percorre un giro nell’intero arco della giornata, in 24 ore anziché in 12 come siamo abituati a vedere oggidì, ed il disco che porta la Luna gira con essa, ritardando però ogni giorno di circa 50 minuti, in modo tale che in 29 giorni e 1/2 (il tempo di una lunazione) se n’allontana fino a ricongiungersi nuovamente dopo tale tempo in Luna Nuova. Anche il disco che porta lo Zodiaco (luogo di transito del Sole e di tutti i Pianeti) gira con la lancetta, ma avanza di circa un grado il giorno, in modo tale che tutta la Fascia zodiacale (con le raffigurazioni ben note agli astrologi) passa sotto il Sole in un anno.*



**IL QUADRANTE DELL'OROLOGIO** - Le letture del quadrante sono di grande interesse: in passato, ogni cittadino era capace di leggerlo e lo sapeva interpretare. Esso aveva anche un aspetto pratico per il volgo e la lettura poteva essere fatta sia in modo astronomico, considerando – secondo il Sistema Tolemaico – la Terra al centro dell'Universo e con Sole, Luna e Stelle in perpetua rotazione attorno ad essa.

**Letture astronomiche** - Al centro del quadrante, c'è un tondo in oro che rappresenta la Terra. Attorno ad esso gira il disco che reca la Luna, indicata con un cerchio eccentrico entro il quale si possono vedere le varie fasi in divenire, dove sono evidenti: la Luna Nuova (il cerchio appare completamente nero), il Primo Quarto (con il cerchio per metà illuminato in oro e per metà nero), la Luna Piena (con il cerchietto completamente rilucente in oro) e l'Ultimo Quarto (con il cerchietto a rovescio di quando era al primo quarto).

Più esterno, c'è il Disco delle Stelle, rappresentate dai 12 simboli delle costellazioni dello Zodiaco e su di esse passa il Sole, percorrendo la Fascia Zodiacale per intero nel giro di un anno. Lo stesso Sole, poi, prolunga la sua indicazione sulle 24 ore della giornata, indicandone l'ora del giorno. Tutto il sistema gira in senso orario, apparentemente di un giro il giorno, ma il disco dello Zodiaco lo sopravanza di circa quattro minuti il giorno, facendo in realtà 366 giri in un anno, mentre il Sole ne fa 365. La

Luna invece ritarda di circa 50 minuti il giorno, in modo che una Lunazione impiega 29 giorni e mezzo per ritornare dalla Luna Nuova alla successiva.

Ecco cosa si può leggere di interessante:

- a) **L'ora del giorno.** Essendo un quadrante a 24 ore, con un termine ormai desueto, era chiamato **Nictemerale** (il cui significato è "nel suo giro diurno distingue le ore del giorno da quelle della notte"). Sappiamo che fino alla discesa di Napoleone in Italia (fine del '700), vigeva l'**Ora italica**, sostituita poi da quella **alla Francese** (simile a quella attuale), in cui il giorno finiva **al tramontar del Sole**, indicando in quel momento le ore 24, in ogni stagione, ossia in inverno come in estate anche con durate diurne diversissime. Pertanto l'orologio doveva, ad ogni periodo concordato, essere ritocato in avanti o indietro secondo le indicazioni della meridiana (quella del convento di San Giuseppe fu costruita appositamente ed i Cappuccini – per decreto municipale - davano i segnali orari mediante il tocco delle campane).
- b) **La Luna:** appare nel suo giro a confronto col Sole e mostra giorno dopo giorno le varie fasi d'illuminazione, con la porzione chiara e scura entro il cerchio, ed i nomi degli **Aspetti astrologici** (sestile, quadrante e trino). Ma il vero interesse pratico era dato dall'indicazione - sull'apposita

*fascia delle ore rischiarate dall'astro notturno, successive al calar del Sole - per programmare l'eventuale ultimazione di lavori o per intraprendere un viaggio non al buio e senza la calura diurna.*

- c) **Lo Zodiaco:** è letto sempre a confronto con la posizione del Sole e consentiva di calcolare i tempi delle varie epoche stagionali, quindi – oltre alle **Indicazioni astrologiche con Temi di nascita ed Oroscopi** – quando era opportuno o meno fare un dato lavoro. In agricoltura ciò era di grande importanza per la potatura, le semine, il raccolto, il travaso del vino, ecc... potendo fare previsioni in base alla Luna.

*C'è, però, anche un altro modo di leggere il quadrante, in auge a quel tempo, ossia la Lettura Astrologica, secondo la credenza che il Cielo - ossia gli Astri Principali - avessero un'influenza sugli avvenimenti. Che Sole e Luna ne abbiano, è fuori discussione, ma si riteneva lo avessero i Pianeti, non però presenti sul nostro quadrante. Detti pianeti, circolano entro la Fascia Zodiacale, ma occorrerebbe un complicatissimo meccanismo per realizzare il loro esatto percorso attorno alla Terra. In alcuni musei ne esistono, ma sono talmente complessi da rappresentare il loro movimento non in relazione alla Terra, ma separatamente per ciascuno, cosa non indicativa a confronto del sistema qui evidenziato.*

**Lettura astrologica** - Fra le letture di questo orologio, come s'è detto, vi è anche la visione astrologica, ossia quel che per taluni era (e per qualcuno lo è ancora) il bisogno di trovare un collegamento tra Cielo e Terra, Tempo e Cicli Cosmici. Storicamente, sappiamo che ciò appartiene all'uomo da sempre: la qualità dello spazio che ci circonda e dei periodi naturali del tempo (giorno - mese-anno) sono tra i primissimi atti cognitivi dell'intelletto umano.

L'Astrologia unisce, in una visione globale, l'espressione mutevole dei diversi aspetti della vita umana e la componente eterna espressa dalle leggi della natura. Platone stesso, affronta il discorso astrologico facendone una "scienza" dell'anima, in cui gli astri sono esseri animati e intelligenti, si muovono nel cielo - dove vivono le idee - ossia i modelli cui l'uomo saggio si deve ispirare. Le sue idee sono ritenute degli *Archetipi Perfetti*, di cui la natura è copia imperfetta in continua trasformazione, ossia materia con un corpo e una forma che nasce, si sviluppa e muore. L'astrologia ha un suo linguaggio simbolico: attraverso il simbolo dei Pianeti indica un contatto tra i *Principi Trascendenti* e la loro espressione a livello uma-

no, con analogia tra micro e macro cosmo, ossia tra cielo e terra.

Osservando il quadrante dei "Macc de le Ure", possiamo vedere la *Fascia dello Zodiaco* su cui transita il Sole - dove al centro c'è la Terra - e con la Luna che si trasforma nelle varie fasi del ciclo. Da quest'ultima partono le linee degli *Aspetti*, in altre parole la misurazione in gradi della distanza che intercorre tra i vari segni. Queste angolazioni sono anch'esse caratterizzate da simboli ed hanno significati particolari: la prima linea termina con un asterisco e indica l'aspetto di sestile, 30°, che è armonico tra i segni d'elementi compatibili (terra-acqua ed aria-fuoco); la seconda linea termina con il quadrato, 90°, con un aspetto conflittuale che avviene tra elementi non compatibili (terra-acqua-aria fuoco); la terza linea termina con un triangolo ed indica l'aspetto di trigono, 120°, una relazione armonica d'espansione che avviene tra segni dello stesso elemento (aria-aria, fuoco-fuoco etc.).

Due sono i sistemi che si affrontano nella concezione del mondo, l'antico *Sistema Geocentrico* ed il *Sistema Eliocentrico*. Il primo dà del mondo, oggidì, una visione simbolica, mentre il secondo si basa su valori d'ordine fisico ed esprime i rapporti che hanno tra loro le diverse componenti del sistema di cui il Sole è il Centro.

Lo studio dell'astrologia si basa sul *Sistema Geocentrico* - al centro c'è la Terra - e dà dell'Universo la visione dell'osservatore che guarda il Sole girare intorno alla Terra. Eminentissimi astronomi - che furono anche astrologi - continuarono ad applicare tale sistema (cioè quello tolemaico) per i loro studi astrologici, mentre utilizzavano il sistema eliocentrico per le ricerche astronomiche.

*Per avvalorare meglio la validità storico - culturale dell'Astrologia, si citano due episodi:*

1 - *Alcuni anni dopo che Galileo fu così aspramente contestato e condannato, venne a Roma il padre tolosano Emanuel Maignan - dell'Ordine dei Minimi di San Francesco di Paola - il quale costruì fra il 1636 ed il 1650, per conto del Cardinal Bellarmino, due grandiose Meridiane a Riflessione. Annessa ad una di queste, quella esistente nel Palazzo Spada, c'è un'astrologica "Tabella Planetaria" con istruzioni in latino e serviva ad elaborare oroscopi, con prospettive ed auspici, in funzione dei Pianeti Regnanti al momento della nascita.*

2 - *Pressoché della stessa epoca, si narra che il Papa Urbano VIII traesse da prigione il suo amico Tommaso Campanella - filosofo, poeta e dedito anche all'astrologia - per farsi predire quale fosse il giorno più propizio alla sua incoronazione...*

→ *Qui, però, non si vogliono ulteriormente approfondire le "cose" astrologiche - tanto più che nel quadrante non compaiono i Pianeti - e per chi ne fosse interessato, potrà meglio comprendere il tutto, leggendolo sulla stampa specializzata.*

## PARTE DEL MECCANISMO RESTAURATO SENZA MODIFICHE (da leggere guardando la "TAVOLA N. 2")

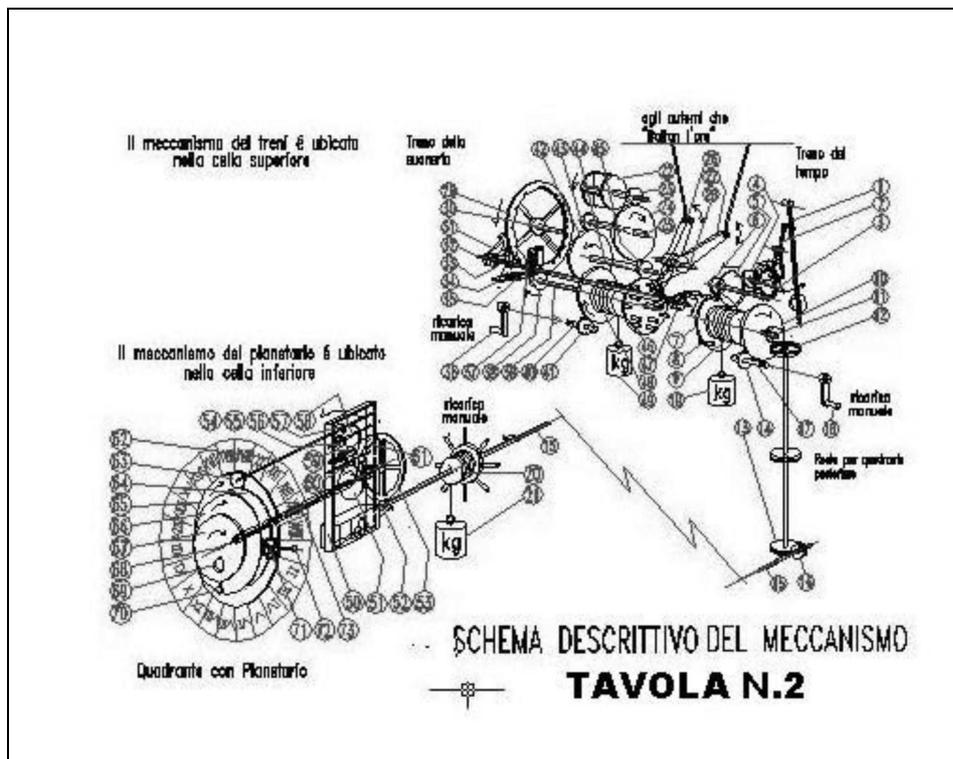
**TRENO DEL TEMPO** - Il pendolo (1) oscilla secondo la nota *Legge Galileiana* e comanda l'ancora (2) che consente alla ruota di scappamento (3) di funzionare, in modo da conferire alla ruota (4) un movimento preciso e regolare. Attraverso la ruota (5), il moto è successiva-

mente demoltiplicato e quindi mediante le ruote (6) e (7) si consente al tamburo (9) di svolgersi, sollecitato a ciò dal peso (19): la velocità di rotazione è di un giro esatto ogni 2 ore. La ruota (7) porta due pioli (8) diametralmente opposti, in modo tale che ad ogni ora si comunica

l'avvio al Treno della suoneria, mediante le leve (47), che sono due e ciascuna su proprio asse: tale disposizione, essendo le leve una più lunga dell'altra, generano il "batter dell'ore" e successivamente la "ribotta" dopo pochi minuti. La ruota (11) comunica il movimento orario alle ruote (12) e (13), dove – mediante la ruota (16) - si comunica il moto al planetario, attraverso l'albero (15). La ricarica del tamburo, in altre parole il risollevarlo del peso (19), avviene attraverso l'innesto della manovella (18)

nell'albero (17), sicché il pignone (14) e la ruota (10) - che in realtà hanno un sistema ad arpionismo non indicato nello schema – facendolo ritornare.

Nello schema non risulta – per motivi di semplificazione – un secondo quadrante, ma nella realtà esiste, sul lato opposto della torre: la lancetta che segna ventiquattr'ore nell'arco dell'intera giornata è condotta dal ruotismo (12), cui si accoppia l'albero della lancetta in questione.



**TRENO DELLA SUONERIA** - Il sistema prende le mosse dalle due leve (47): esse comandano i due martelli (32) e (33), che sono indipendenti.

Appena il primo cade, dà luogo allo sgancio del catenaccio (37), poiché il colpo agisce sulla leva (34) che lo va a sollevare: in tal modo si avrà il "batter dell'ore", secondo il numero predisposto. Stessa cosa dopo qualche minuto, allorquando anche il secondo martello cade. Nel frattempo, però, il catenaccio (37) si sarà richiuso entro la tacca della ruota partitora (29), dopo aver consentito il battere del numero esatto di colpi corrispondenti all'ora indicata. Dopo la "ribotta", il sistema deve attendere un'altra ora, affinché le leve (47) siano risollevate dal piolo successivo. La ruota partitora (29) porta all'interno della sua corona una serie di tacche, disposte in modo tale da consentire il suono della "ora prima" e della sua "ribotta", quindi la "ora seconda" e la "ribotta", e così di seguito ad ogni ora successiva. Gli spazi previsti sulla ruota (29) sono proporzionali al tempo necessario a ciascun suono della campana, dalla I alla XII ora – ossia due volte un colpo, due volte due colpi, due volte tre colpi, eccetera, fino al massimo di due volte dodici colpi; dalla XIII ora in avanti si ricomincia daccapo, con due volte un colpo, due volte due colpi, due volte tre colpi e così fino alla XXIV

ora. Tale ruota compie quindi un giro ogni dodici ore, mossa dal pignone (38) collegato a (48) tramite l'albero (39). I martellatori-robot, che stanno in alto accanto alla campana, battono alternativamente ciascuno un colpo in rapida successione: ciò è ottenuto mediante le leve (26) e (27), le quali ricevono il movimento alternativo dai pioli sfalsati della ruota (46), una serie da un lato ed una serie dall'altro lato. La cadenza dei colpi è regolata da un sistema a ventola, il quale attraverso ruote moltiplicatrici (23), (24), (42), (43), (45) e (46), montate sull'albero della ventola (22) e sugli alberi (25) e (44), portano ad incontrare una resistenza d'aria tale da porre in equilibrio dinamico il sistema. Anche in questo caso, la ricarica del tamburo (48) è ottenuta risollevarlo il peso (49), mediante la manovella (36) innestata nell'albero (40) ed il pignone (41).

**QUADRANTE ESTERNO/PLANETARIO** - Si tratta della "Visione planetaria" originale, non adottata - se non raramente - da altri orologi da torre, in altre parole è questa la caratteristica peculiare di questo orologio. Il meccanismo consiste in un "sistema rotatorio" che prende le mosse dal treno del tempo: l'albero (15) – che compie un giro ogni due ore – comanda una gabbia (50) attraverso le ruote (52) e (53), la quale contiene alberi ed ingra-

naggi che ruotano con essa. Un primo albero (68), interno a quello cavo (73), fa ruotare il “Disco della luna (67)” e compie un giro in 24 ore e 51 minuti, ossia esegue 352,5 giri in un anno: tale è il moto della luna che ritarda rispetto al sole di 51 minuti giornalieri. Il “Disco del sole (66)” è comandato dall'albero cavo (73) e compie un giro esatto in 24 ore, ossia esegue 365 giri in un anno: tale disco quindi sopravanza in velocità di un giro ogni 29,5 giorni, che è il tempo di una lunazione.

Il disco (67) porta un'apertura circolare (69) attraverso la quale è possibile osservare, giorno dopo giorno, le fasi della luna; inoltre, un indicatore (70) consente di leggere l'età della luna, nel senso di quanti giorni sono passati dalla luna nuova e, dopo la luna piena, quanti ne mancano alla nuova. Il “Disco dello Zodiaco (65)” è comandato dal pignone (63) e dalla ruota (64), ad esso solidale, e compie un giro in 23 ore e 56 minuti, ossia esegue 366

giri in un anno, sopravanzando il disco (66) di un giro all'anno: tale è il sole che muovendosi nello zodiaco lo percorre tutto in un anno, essendo retrogrado il moto di (66) rispetto al (65). La gabbia (50) è contrappesata per essere in equilibrio statico: un primo albero è quello che porta le ruote (60) e (61) che comandano, attraverso anche la partecipazione di (50), il rinvio al movimento dell'albero cavo (73); inoltre, attraverso le ruote (57), (58), (59) e (60), il movimento passa attraverso l'albero (62) - il più esterno della gabbia (50) - e giunge al pignone (63). Il disco (66) porta un sole (71) che scorre sopra il disco (65) - che è quello zodiacale - permettendo di vedere dove si trova il sole in quella data; inoltre, il prolungamento di un'asta, porta un dischetto (72) che consente la lettura delle “ventiquattr'ore” sulla parte fissa del quadrante.

### RISALITA DELLE MASSE-PESO MEDIANTE MOTORIZZAZIONE (da leggere guardando sia la “TAVOLA N. 1 – dis. a dx”, sia la “TAVOLA N.2”)

**PARTE AGGIUNTA AL MECCANISMO** - Sono stati risolti due problemi di moderna attualità:

- la **Ricarica Automatica** del sistema di motore-gravità, che in origine era ottenuta con argano a mano;
- il **Silenziamento** della campana nelle ore notturne, che viene ottenuto isolando le leve (26) e (27) dai pioli della ruota (46).

→per <Treno del tempo> - Un moto-riduttore comanda una ruota - sulla quale si avvolge la cosiddetta *Catena Continua* - accoppiata ad un'altra che porta una corona di pioli e questa va ad azionare la *Ruota* (10) solidale al *Tamburo* (9) [che è reso inutilizzabile: infatti, in origine, il sistema di motore a gravità agiva per il tramite del peso (19) su detto tamburo e la ricarica avveniva facendo risalire il peso tramite il comando manuale della manovella (18) innestata in (17) per l'azionamento del pignone (14) e quindi la ruota (10).

La *Catena Continua* è così chiamata poiché risulta a forma di anello chiuso. Essa si avvolge su varie pulegge nel suo giro temporaneo: su quella adiacente alla ruota che ingrana con la (10), su quella che regge il *Contenitore della zavorra* e sulla piccola che porta un leggero peso per tener teso il ramo libero della catena.

La *Zavorratura*, per ottenere una *Massa - peso* di esatto valore, viene fatta al momento della messa in funzione dell'intero meccanismo, in modo tale da avere una giusta tensione sul ramo teso della catena (che risulta essere la metà del peso globale *Contenitore + Zavorra*) tale da vincere tutte le resistenze passive esistenti e conferire l'adeguato scatto della *Ruota a pioli* (3), senza avere eccedenze indesiderate.

È possibile ottenere il comando a mano della risalita della massa-peso agendo come in origine con la *Manovella* (18) innestata nell'*Albero* (17), ossia tramite il *Pignone* (14) e la *Ruota* (10) si fa ruotare il *Tamburo* (9) [non più efficiente, ma collegato con la ruota della catena continua].

→per <Treno della suoneria> - Anche qui, analogamente al *Treno del tempo*, un moto-riduttore comanda

la ruota sulla quale si avvolge una seconda *Catena Continua*; essa è accoppiata ad un'altra che porta una corona di pioli e quest'ultima va ad azionare la *Ruota* solidale al *Tamburo* (48) [anch'esso reso inutilizzabile come il (9): infatti, in origine, il sistema di motore a gravità agiva per il tramite del peso (49) su detto tamburo e la ricarica avveniva facendo risalire il peso tramite il comando manuale della *Manovella* (36) innestata in (40) per l'azionamento del Pignone (41)].

Quanto detto sopra vale anche per il Treno della suoneria, ossia è egualmente possibile il comando a mano della risalita della seconda massa-peso come in origine.

→ per il < **Silenziamento notturno campana** > - La seconda modifica, di essenziale importanza, è quella di evitare che, di notte, i martellatori battano sulla campana, in ottemperanza alle disposizioni di opportunità.

La fig. 5 mostra il meccanismo con il quale è possibile automatizzare il ciclo di attività e di esclusione del funzionamento dei due automi: una *Camma a due risalti cilindrici spirale* viene posta in rotazione da un sistema di rapporto in riduzione, condotto dal *Ruotismo del Treno del tempo*, in modo tale che tale detta camma compia un giro intero in 24 ore.

La camma viene messa in fase in modo da far escludere il contatto delle *Leve* (26 e 27) con i pioli della *Ruota* (46) e quindi evitare l'azionamento degli *Automi*, ossia il *Suono della Campana* ad un'ora prestabilita. Il momento di far entrare in azione tale esclusione può essere regolato in base alla scelta dell'ora più opportuna, ma non è regolabile il tempo della esclusione: più tardi, la sera, si fa intervenire, più tardi sarà possibile - al mattino seguente - riprendere l'azione del movimento degli automi. Ad esempio, se l'esclusione viene effettuata dopo il suono della XXIV ora, potrà ricominciare alle VIII del mattino seguente. Portandola subito dopo le XXIII, il suono sarà reso disponibile per le ore VII.

L'esclusione delle *Leve* (26 e 27), dal contatto con i pioli della *Ruota* (46) avviene ad opera di due *Nuove Leve*, aggiunte sugli alberi di sostegno delle leve originali. Dette nuove leve vengono spostate temporaneamente da

un'*Asta a puntone* del meccanismo a camma, in modo che le *Leve* (26 e 27), calettate sugli stessi alberi, si allontanino dalla zona ove agiscono i pioli della *Ruota* (46).

Osservando la fig.6, si vede che la camma appoggia su di un *Rullo solidale con l'asta*, il cui contatto è assicurato da una sorta di *Leveraggio a contrappeso* che obbliga il rullo dell'*Asta-puntone* a premere costantemente contro la camma. Quando la parte bassa della camma arriva al rullo, questo trascina in avanti l'asta, determinando lo sgancio delle leve. Inoltre, c'è una *Spina di bloccaggio* che può essere inserita a mano nell'apposito alloggiamento, in modo tale da tenere costantemente sganciato il sistema delle leve dalla zona pioli e ottenere, in tal caso, un *Silenziamento* totale della campana, indipendentemente dalla situazione automatica. Se si ritenesse opportuna, per qualche evenienza o necessità, una manovra del genere, sarà in tal caso inutile far funzionare il *Treno del suono*: si provvede, allora, ad escludere elettricamente la risalita della *Massa - peso*, fino a quando si vorrà ripristinare il sistema.

→ per la <Trasmissione fino al planetario> - Il *Planetario* non ha subito modifiche ed è stato solamente ripulito da ruggine e sudiciume ed un ritocco al contrappeso per *Equilibrare Staticamente* tutto il *Ruotismo* dei numerosi *Satelliti*.

Nella *Trasmissione dall'Albero di discesa all'Albero* (15), attraverso il *Ruotismo* (16), era stato posto l'*Argano a tamburo* (20) per la risalita del *Peso* (21) in una delle modifiche apportate nei secoli scorsi. Non c'è giustificazione per la sua presenza, che sicuramente non esisteva in origine, se non per ovviare – in modo indebito – ad un aumento del *Momento Resistente* del sistema. Non esiste documentazione che comprovi ciò, ma è talmente evidente la tecnologia usata nella costruzione aggiuntiva dell'*Argano* (20), diversa da quella originale dei due *Tamburi* (9 e 48), nonché l'inutilità della presenza in un sistema correttamente funzionante, da far pensare ad un rattoppo dopo un dissesto forse dovuto a cedimenti della struttura muraria (terremoti o infiltrazioni d'acqua o quant'altro...) senza provvedere a smontare il tutto ed a provvedere ad un ripristino a regola d'arte.

## LA REALIZZAZIONE DELL'OROLOGIO DIDATTICO

(da leggere guardando la "TAVOLA N. 3")

### IL QUADRANTE SCOMPOSTO NELLE SUE PARTI

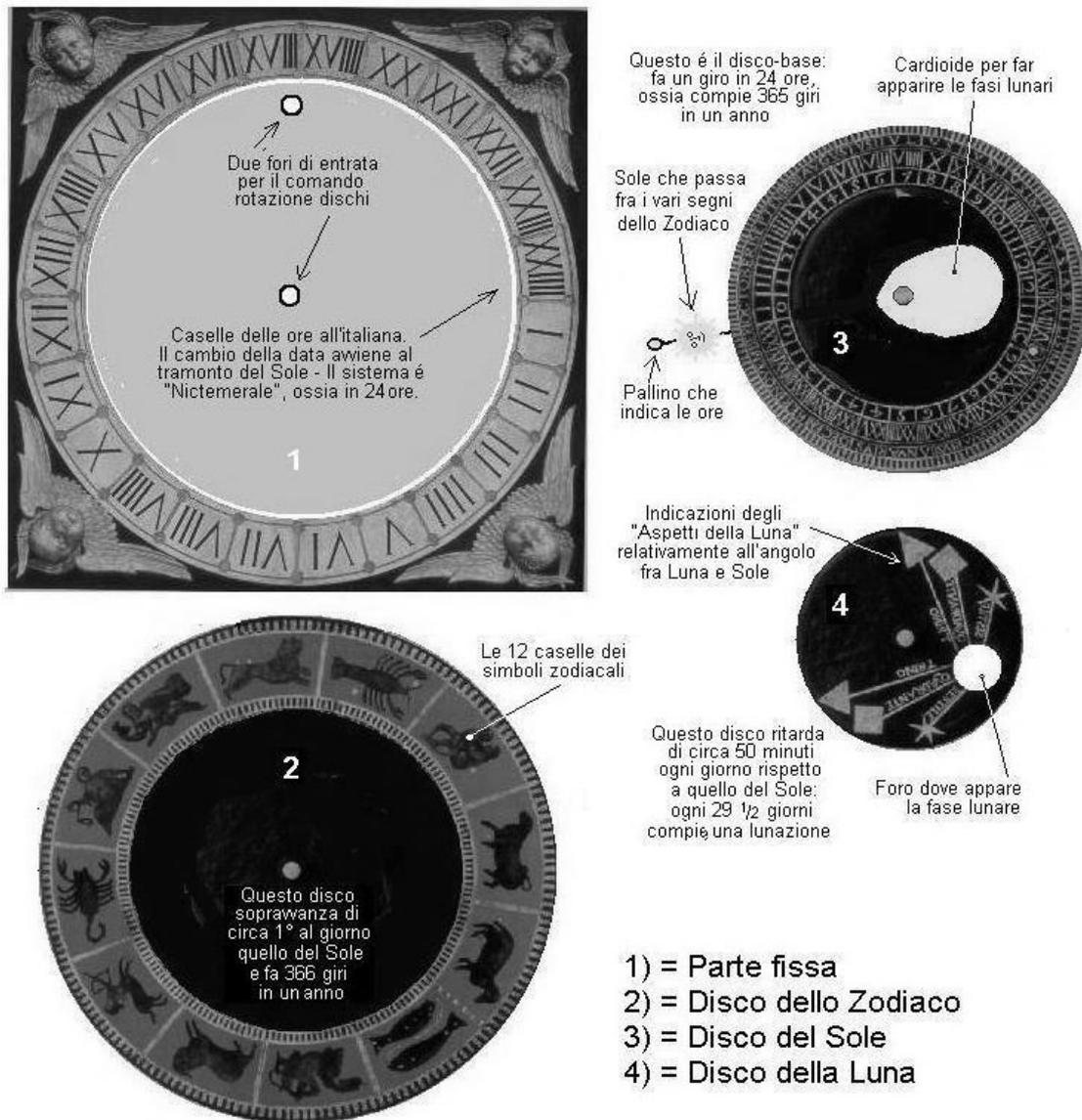


Tavola 3

**IL PROGETTO** – *L'Orologio Didattico* – costruito nel garage di casa mia - è un modello ispirato da quello di Piazza della Loggia, pur discostandosi in qualche dettaglio dall'originale cinquecentesco. Non si è trattato di un progetto difficile, ma che ha richiesto un certo impegno. Esso è stato eseguito a tappe successive. Lo scopo precipuo era stato inteso come un'opportunità da dare agli alunni delle scuole ed agli handicappati, perché il divieto, per loro, di salire alla stanzetta dove è ubicato il meccanismo dei <Macc de le Ure>, consente di conoscere (e prender visione di un fac-simile) di quel *Giotello di cui Brescia va fiera...*

Il Quadrante, in scala 5:1, è stato posto all'esterno, visibile dalla strada (fig.5)

**COM'E' FATTO IL MODELLO?** – Esso è costituito da tre parti distinte, come qui viene descritto:

- 1) **Il Treno del tempo:** è il meccanismo che, prendendo le mosse ed il ritmo dall'oscillazione del pendolo fa muovere due lancette, quella dei secondi (che fa un giro esatto in un minuto primo) e quella dei minuti (che compie il suo giro in un'ora esatta), fig. 6. Sono stati costruiti tre pendoli - messi uno accanto all'altro, fig.7 – ma soltanto il primo è reso attivo nei confronti del proseguimen-

to del movimento, mentre gli altri due oscillano soltanto. Il primo risulta esattamente corrispondente al pendolo originale e quindi si muove con lo stesso periodo di vibrazione, che è di 2,50 secondi per ogni oscillazione doppia, vale a dire che si ha un tempo di 1,25 secondi ad ogni scatto dello *Scappamento*, che si susseguono regolarmente con continuità. La presenza degli altri due pendoli, in cui la massa che oscilla è applicata ad altezze diverse, consente di osservare che il Tempo dell'oscillazione dipende appunto da tali altezze.

2) **Il Treno della suoneria:** è un meccanismo elettromeccanico e differisce da quello originale giacché questi è unicamente a funzionamento meccanico. Le figg. 8 e 9 evidenziano tali differenze. Mentre nei Macc de le Ure, il sistema fa battere gli automi sulla campana, ad ogni ora intera, e con la sua ribattuta dopo qualche minuto, nell'orologio didattico, la battuta avviene ad ogni 3 minuti (e subito dopo la ribattuta), indipendentemente dalla posizione delle lancette del treno del tempo. Inoltre, nell'originale si battono 12 ore dalla prima alla dodicesima, ripetendo poi il ciclo da un a dodici battute, dalla tredicesima ora alla ventiquattresima. La cosa si spiega poiché – trattandosi di meccani-

simo dimostrativo – non si possono aspettare i 60 minuti tra una suonata e la successiva; inoltre, nel modello didattico, si fanno battere e ribattere da uno a quattro colpi, senza quelli dal quinto al dodicesimo, Ultima differenza; col sistema elettromeccanico è possibile far battere sulla campana a comando, premendo su apposito pulsante. Le figg. 10 e 11, mostrano gli automi - Tone e Batesta - dove naturalmente il tutto risulta miniaturizzato, poiché il manufatto deve essere contenuto nell'altezza del garage.

3) **Il planetario:** è il meccanismo che fa muovere i tre dischi delle Stelle, del Sole e della Luna, esattamente come nell'originale, ma è costruito in Meccatronica, ossia costituito da una parte meccanica, azionata da tre motorini elettronici (*passo - passo*) e comandata da un *Software* apposito. Oltre al movimento in tempo reale – secondo l'effettiva posizione delle Stelle, del Sole e della Luna – è possibile comandare il tutto a posizionarsi su date specifiche, come ad es, la propria data di nascita, in modo che il cielo rifletta la situazione in quel giorno.

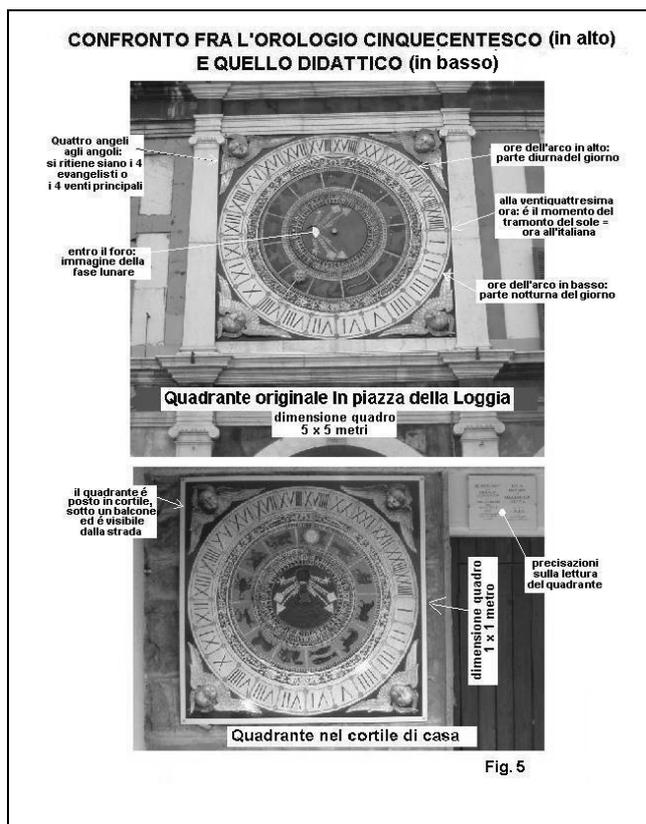


Fig. 5

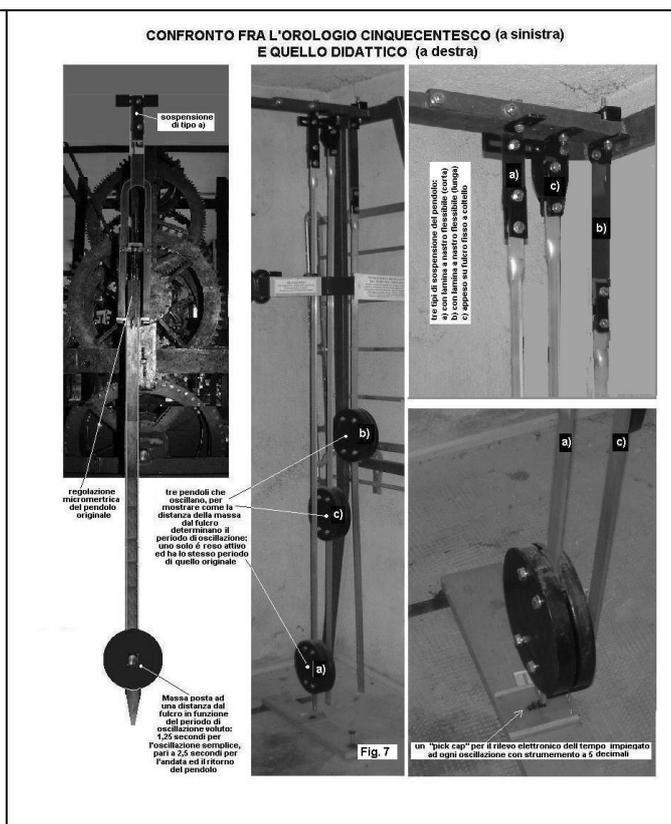
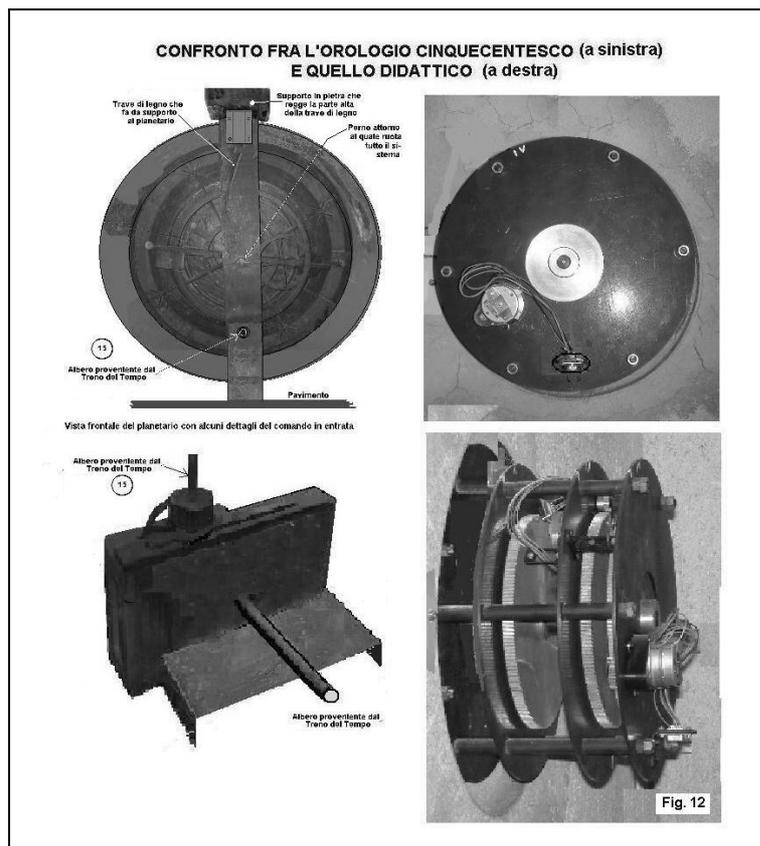


Fig. 7



**LA REALIZZAZIONE** – Mentre la costruzione delle parti meccaniche non ha costituito difficoltà, si è, invece, reso necessario – soprattutto - di verificare la movimentazione dei motori di comando dei tre dischi, cosa che non è banale, perché l'eventuale perdita di passo porterebbe tutto il meccanismo fuori posizione.

Si è studiato un programma su PC, in grado di comandare i tre motori *passo-passo*, in modo da ottenere quanto indicato nel paragrafo del meccanismo originale “**QUADRANTE ESTERNO/PLANETARIO**”.

Il meccanismo dell'orologio ha ciascuno dei tre motori accoppiato ai rispettivi dischi, tutt'e tre con una coppia di ingranaggi di rapporto 10:1 (ossia, 10 giri dell'albero motore corrispondono ad 1 giro del rispettivo disco).

Le caratteristiche dei motori passo-passo sono le seguenti:

- Coppia motrice: **100 N. cm**
- Coppia di mantenimento: **100 N. cm**
- Tensione di alimentazione: **5V**

Si è anche valutata la possibilità di inserire degli *Encoder* su ogni disco e questo affinché il tutto possa funzionare con la massima funzionalità e precisione. Inoltre,

è stato preso in esame la meccanica del sistema, per valutare i giochi e le zone morte del movimento.

Successivamente - trattandosi di un prodotto importante e rivolto al pubblico - è stata sviluppata l'*Interfaccia hardware* fra PC e *Schede di comando dei motori*, concludendo con la parte *software*.

Per ogni disco è stata prevista una forcella ottica allo scopo di rilevare un punto di “zero”.

Oltre a ciò il programma deve essere in grado di mettere in passo i tre motori, ossia posizionarli ad una posizione corrispondente ad una certa ora, deve poi prevedere una rotazione alla massima velocità per simulare in breve tempo il movimento annuale ed infine deve poter posizionare l'orologio sulla base una data prescritta e dell'ora da indicare.

La realizzazione pratica è composta da:

- *Interfaccia del PC, con tre schede per gli Step-motors;*
- *Interfaccia operatore in ambiente Windows ;*
- *Possibilità di simulare a video i Movimenti orologio.*

**→ Tutto ciò è stato curato - in modo particolare - da un amico "Ingegnere Elettronico Leonardo Rizza ←**

