

I MECCANISMI MUSICALI DI LEONARDO

Ritengo sia necessario, prima di procedere ad un esame dettagliato dei disegni di Leonardo riguardanti strumenti musicali, fare una breve digressione sul ruolo che la musica ebbe, o forse non ebbe, sul suo pensiero e precisare alcune inesattezze che sopravvivono sulla figura di « Leonardo musicista ».

Basarsi sulle *Vite* del Vasari per decretare Leonardo « grande musicista » è molto azzardato; il mondo culturale che lo circonda non avrebbe dovuto stupirsi di un uomo dotto che si diletta di musica; è consuetudine, all'epoca, aver pratica di canto e musica strumentale; forse Leonardo era veramente uno strumentista dalle capacità non usuali, e i bravi strumentisti erano molto apprezzati, ma i grandi della musica in quel momento sono: Gaffurio a Milano, Despres a Ferrara, Isaac a Firenze, Tinctoris a Napoli e innumerevoli altri che fondano le basi del Rinascimento musicale.

La musica al massimo livello culturale è ancora esclusivamente vocale, comunque è in atto un fermento nella musica profana e popolare con un fiorire di musiche carnascialesche, canzoni a ballo, frottole, villotte, tutte tendenti a svincolarsi dalla ferrea regola contrappuntistica fiamminga, per prediligere una struttura omofonica e strofica in cui gli strumenti hanno una partecipazione rilevante.

Di Leonardo non esiste alcuna composizione musicale nè vocale, nè strumentale, ma si continua a parlare di Leonardo musicista, del suo importante contributo alla musica, del suo superar tutti nel suonare la lira ⁽¹⁾.

⁽¹⁾ La «lira», come giustamente fa rilevare il prof. E. Winternitz nei suoi innumerevoli articoli riguardanti la musica di Leonardo, non deve essere confusa con lo strumento che nell'accezione comune è individuato in una cassa armonica a cui sono collegate innumerevoli corde, tese tra questa e una tra-

Enrico Magni-Dufflocq ⁽²⁾ è forse uno dei massimi estimatori del musicista Leonardo, immaginandolo addirittura cantare con buona voce sia da solo che in complessi polifonici, sempre dando per certa ogni parola del Vasari. Non da meno è la prof.ssa Angiolillo ⁽³⁾ che afferma sia molto probabile che Leonardo componesse le musiche che accompagnavano le feste alla Corte Sforzesca. Anche Dante Alighieri si dice suonasse il liuto, ma non mi risulta che gli sia attribuita alcuna particolare dote compositiva.

Sulla scia di questo entusiasmo, Dufflocq arriva a caldeggiare l'idea che il violino sia stato inventato da Leonardo; non lo afferma ma riporta le supposizioni di altri; Angiolillo basandosi sulle numerose frasi musicali appuntate nei suoi codici, ha la prova che era dotato di una facile vena musicale; E. Winternitz ⁽⁴⁾, in base ad oscure congetture, che lottò contro il concetto di scansione della battuta (?). Non mi soffermerò sul problema dell'« invenzione » del violino, ne' sulla lotta alla battuta, dato che tali argomenti ci porterebbero molto più lontano di quanto sto facendo, ma vorrei prendere spunto dalle « frasi musicali » per dire quanto sia necessaria la chiarezza nelle definizioni dei disegni di carattere musicale di Leonardo.

Perchè definire « frasi musicali », « appunti musicali », « scala di tenore », un mezzo usato anche oggi per proporre un rebus: delle note su un pentagramma? Tra l'altro la « scala di tenore » ⁽⁵⁾ è attribuita ad un rebus scritto con notazione in chiave di Fa, e se l'occhio disattento non avesse risolto il rebus, tutt'al più l'avrebbe potuta con-

versa sorretta da due braccia, che venivano pizzicate dalle dita del suonatore. Tale strumento, diffuso fin dalla più remota antichità nelle culture mediorientali, non ha nulla a che vedere con la « lira » del '400 europeo che è una famiglia di strumenti ad arco affine a quella della viola. In genere la lira era dotata di un numero di corde variabile ed era caratterizzata, anche negli strumenti di registro più basso che si suonavano tenendoli sulle ginocchia o appoggiati per terra, dalla presenza di corde di bordone, molto spesso fuori del manico, che avevano un'intonazione fissa ed erano, come in altri strumenti, usate per l'accompagnamento della melodia suonata dalle corde sulla tastiera.

⁽²⁾ E. MAGNI-DUFFLOCQ, *La musica vinciana*, De Agostini.

⁽³⁾ M. ANGIOLILLO, *Leonardo feste e teatri*, Soc. Ed. Napoletana.

⁽⁴⁾ E. WINTERNITZ, *Leonardo e la musica*, Mondadori.

⁽⁵⁾ M. ANGIOLILLO, *op. cit.*, in riferimento al f. 12699 del Codice di Windsor.

fondere con una chiave di contralto, ma non di tenore che è un rigo più in alto.

Perchè definire « arco di viola » un congegno di ruotismi e cinghie, « violino meccanico » una scatola rettangolare o cilindrica con non chiari particolari, quando nell'accezione comune, i termini « arco » e « violino », hanno un significato quanto mai visivamente chiaro?

Quanto ho detto non è per screditare la figura di Leonardo, ma solo per ridimensionare le inutili affermazioni e deduzioni che si fanno sul suo conto e per poter affrontare lo studio dei documenti reali che ci ha lasciato, con la tranquillità di non dover ad ogni costo cercare lo straordinario.

Il presente studio è rivolto alle ottimizzazioni di strumenti musicali, usati alla fine del '400, che Leonardo tratta nei suoi codici e quindi « meccanismi musicali » è da intendere come applicazione di parti meccaniche a strumenti che ne erano privi o come per la « viola organista » di rielaborazioni autonome di strumenti concettualmente esistenti. La musica a cui si rivolge Leonardo è musica strumentale, che alla fine del '400 comincia ad avere una sua precisa definizione, dominata fino a quel periodo dalle influenze di quella vocale, e liberarsi in una propria autonomia. Gli strumenti che troviamo nei suoi manoscritti sono: strumenti a percussione, usati nella musica militare, di parata e di danza, strumenti a fiato, usati come sostituzione di voci nella esecuzione di musica vocale ma anche e soprattutto nella musica del così detto complesso di « piffari » ⁽⁶⁾, cornamuse usate nella musica popolare, organi positivi e portativi usati autonomamente o in complessi strumentali, e la famosa « viola organista » che merita un discorso a parte che faremo al momento opportuno.

L'interesse che Leonardo manifesta nel problema dell'ottimizzazione degli strumenti musicali, non è dovuta solo al suo caratteristico modo di accostarsi anche ai temi più semplici, ma in larga misura alle tendenze, della cultura musicale tra '400 e '500 che stimolarono l'«evo-

⁽⁶⁾ Il complesso di « piffari » era una tipica formazione strumentale della fine del '400, costituita da cialamello e bombardina, strumenti a fiato ad ancia doppia come l'oboe, a cui si accompagnava come sostegno al basso il trombone a coulisse.

luzione della liuteria, sviluppando famiglie strumentali complete ed accentuando la tendenza a colmare la mancanza di registri bassi negli strumenti musicali.

Le stesse meditazioni e indagini dell'Umanesimo sulla musica dell'antichità assegnavano una particolare importanza all'organologia, tentando di far rivivere nella liuteria rinascimentale gli strumenti antichi, credendo fermamente tuttavia nel progresso tecnologico. Tale è la sensazione che si ha leggendo un pensiero del Viridungh nel suo trattato *Musica Getuscht* (pubblicato a Basilea nel 1511): «io credo pure che nei prossimi cento anni tutti gli strumenti saranno resi così sottili, belli, buoni e ben fatti come mai li videro nè udirono Orfeo, nè Lino, nè Pan, nè Apollo, nè alcun altro di quei Poeti...».

L'Italia settentrionale è il centro di tutti questi fermenti musicali, dove la pratica della musica strumentale d'assieme e la liuteria vivono una precoce fioritura. La corte dei Gonzaga a Mantova è forse la più attiva, col suo vivo interesse per le innovazioni nella costruzione degli strumenti musicali — anche per la vicinanza delle officine strumentali di Brescia —, con i suoi musicisti rinomati ovunque e richiesti in «prestito», con il loro innumerevole strumentario, dalle corti degli altri stati italiani. La marchesa Isabella D'Este, come è dimostrato dalla notevole corrispondenza con musicisti e liutai del

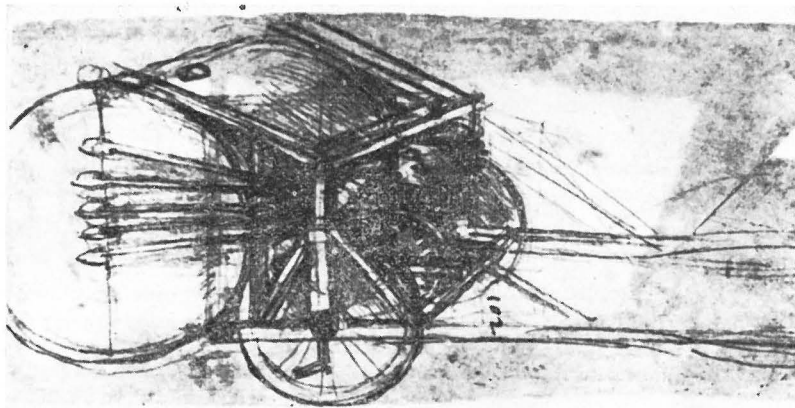


Fig. 1 - Codice Atlantico, f. 837 r.

tempo, gestisce tutti questi scambi e commerci musicali; ella stessa è educata al canto e al liuto ed ha come mediatore e consigliere, negli acquisti di strumenti, il suo maestro di liuto Giovanni Angelo Testa-grossa.

Alla fine del '400 quasi tutte le famiglie strumentali sono state estese a tutti i registri vocali, l'Italia settentrionale ha un ruolo preminente nella loro diffusione, il loro perfezionamento e sfruttamento pratico, ed è in questo contesto che dobbiamo immaginare Leonardo mentre, molto saltuariamente, si avvicina ai problemi del perfezionamento degli strumenti musicali.

Il ramo cadetto della musica, la così detta musica militare, fatta per incitare gli animi alla lotta, o per far sembrare più prestanti gli eserciti in sfilata, ha come strumento di spicco il tamburo, e al tamburo militare Leonardo dedica il bellissimo disegno del foglio 837 r (306 v-a) del Codice Atlantico (fig. 1). Non è un disegno teorico o di studio, è un disegno esecutivo, in cui tutti i problemi costruttivi e di funzionamento sono stati risolti, dove è chiaro anche l'effetto sonoro che provocherà il movimento della macchina. A tal proposito Leonardo dà due possibilità di impiego del tamburo meccanico: uno stazionario, utilizzando la manovella che si vede sull'asse delle ruote, l'altro mobile, fornendo, attraverso il trasporto, il movimento ai cilindri di comando dei battitori. Nella fig. 2 si vede una ricostruzione schematica del meccanismo, limitata ad un solo lato del tamburo essendo l'altra perfettamente speculare; una ruota dentata solidale con l'asse delle ruote vere e proprie, mette in rotazione il cilindro verticale che a sua volta, attraverso dei denti sfalsati distribuiti con regolarità sulla sua superficie di rotazione, fa scattare le bacchette che colpiscono il tamburo. È proprio l'impiego mobile, suffragato anche da semplici deduzioni logiche, che ci permette di capire il movimento dei ruotismi della macchina, e nel caso di trasporto il movimento è verosimilmente da sinistra a destra per chi guarda il disegno. Presupposto questo vediamo allora che rotando in senso orario le ruote, roteranno rispettivamente, il cilindro verticale in primo piano in senso orario e quello in secondo piano in senso contrario, caricando la molla di ritorno dei battitori e permettendo ad essi, una volta superato il dente, di colpire la membrana del tamburo. Sulla membrana, nel disegno originale, si vede chiaramente una linea verticale che con

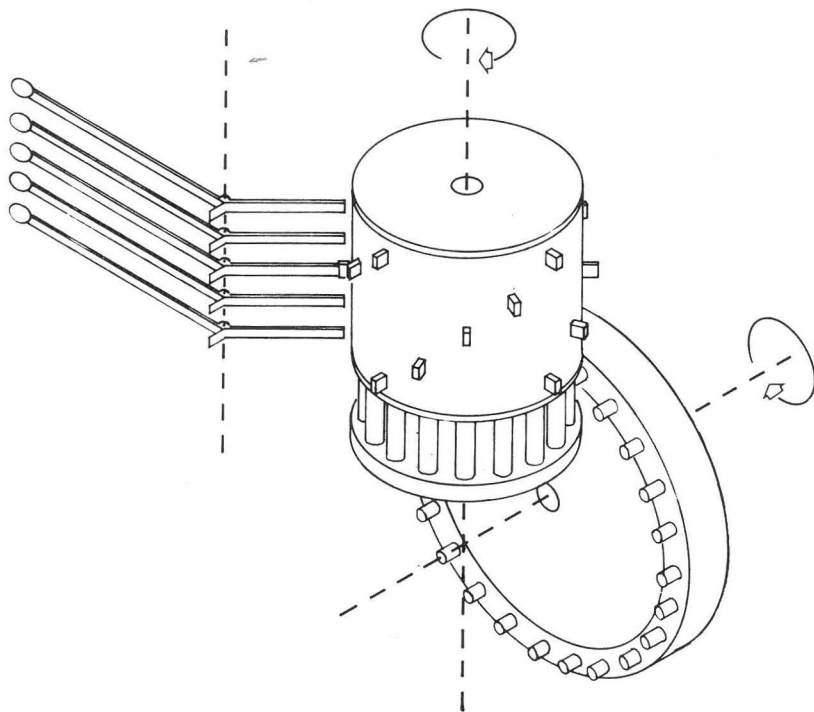


Fig. 2 - Ricostruzione schematica del meccanismo di azionamento dei battitori del tamburo meccanizzato del f. 837 r del Codice Atlantico.

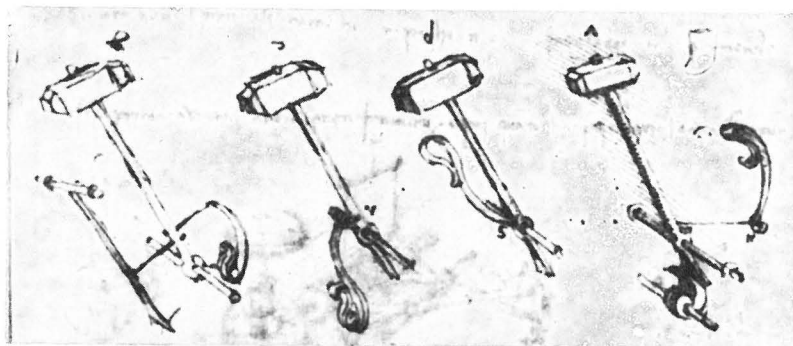


Fig. 3 - Codice di Madrid I, f. 70 r.

ogni probabilità rappresenta una corda di budello o di metallo che si usava nei tamburi, e si usa tuttora, per conferire un timbro più penetrante. Il tema del « martello delli orologi », trattato tra l'altro nel f. 70 r del Codice di Madrid I (fig. 3), non è direttamente collegabile ai meccanismi di ritorno dei battitori dei tamburi, ma possiamo ritenere per certo che Leonardo fosse perfettamente a conoscenza dei problemi costruttivi che si sarebbero posti al momento di realizzare lo scappamento dei battitori, infatti in tale foglio ci da indicazioni sia sul posizionamento della molla, usata sempre per trasferire l'energia accumulata, nel colpo sulla superficie risonante, ma anche la soluzione, cosa su cui ritorneremo in seguito, per lo scappamento nei due sensi di rotazione della camma. Analizzando ancora la fig. 1, vediamo che i battitori sono cinque per ogni lato del tamburo; questo fa pensare all'impiego simultaneo di due battitori dei cinque per

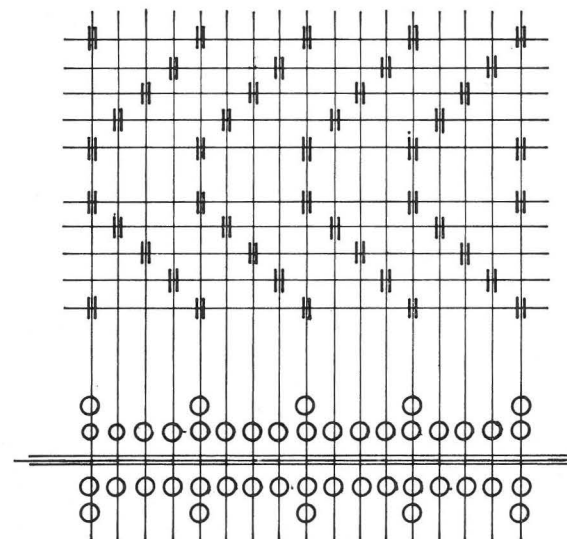


Fig. 4 - Schema della sequenza ritmica del tamburo del f. 837 r del Codice Atlantico. In alto è lo sviluppo dei due cilindri dentati; in basso l'effetto complessivo dei colpi sulle due membrane.

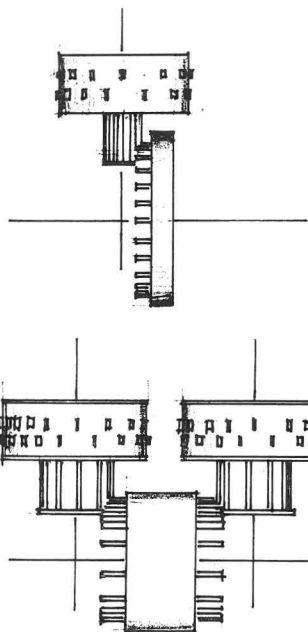


Fig. 5 - Ricostruzione di meccanismi per tamburi meccanici del f. 877 r del Codice Atlantico.

sottolineare la cadenza ritmica in un ritmo binario, unico usato, per ovvie ragioni, in un ritmo di marcia. Ho detto che nel disegno è chiaro l'effetto sonoro generato dal movimento della macchina, e in effetti sui cilindri dentati si notano le sequenze di cinque denti in successione che si alternano, con il primo dente sempre coincidente con l'ultimo della sequenza precedente. Sviluppando la superficie di rotazione dei cilindri, presupponendo una logica contemporaneità dei colpi su entrambe le membrane del tamburo, otteniamo il grafico di fig. 4 nella parte superiore, mentre nella parte bassa vediamo il risultato dell'azione dei denti, indicato da tondi, distribuito sulle due membrane. L'effetto complessivo sarà quello di un colpo (quadruplo) forte seguito da tre (doppi) più deboli. Quindi un solo semplice ritmo binario e non « ritmi complessi » come afferma Winternitz (7).

(7) E. WINTERNITZ, *op. cit.*

Nella fig. 5 possiamo vedere la ricostruzione di tre dei sei meccanismi per tamburi meccanici che Leonardo studia nel f. 877 r (319 r-b) del Codice Atlantico (fig. 6). Il primo in alto è ad un solo cilindro per i battitori, gli altri sono a due cilindri come nel f. 837 r., ma con una trasmissione da ruote a cilindri differente. Nell'originale di fig. 6 in alto a sinistra possiamo vedere un tamburo meccanico a quattro battitori e un solo cilindro dentato, ma l'esatta sequenza dei colpi non è chiara essendo i denti del cilindro distribuiti solo su due livelli orizzontali, il che fa supporre un qualche accoppiamento dei quattro battitori. I due disegni al centro sono due varianti di un tamburo meccanico a due battitori superiori e sotto vediamo altri tamburi con due diversi sistemi di meccanismo a due cilindri dentati,



Fig. 6 - Codice Atlantico, f. 877 r.

di cui il più basso sembra avere una serie di lamelle verticali che azionerebbero contemporaneamente i quattro battitori. Per ultimo abbiamo una visione schematica dall'alto di un tamburo meccanico ad un solo cilindro ma con due serie di battitori opposte, necessarie di almeno uno scappamento con rinvio. Sempre sullo stesso foglio, al centro verso sinistra vediamo i particolari dello snodo dei battitori e una soluzione per lo scappamento con rinvio. Tali studi dovrebbero essere preparatori al f. 837 r e quindi databili come questo al 1490-95.

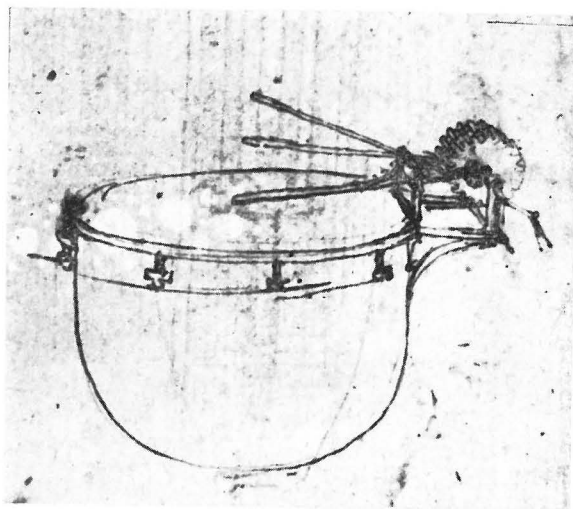


Fig. 7 - Codice Atlantico, f. 984 r.

Sempre allo stesso periodo, 1490 circa, è attribuito un altro disegno, quello del f. 984 r (355 r-c) del Codice Atlantico, raffigurante un timpano meccanizzato (fig. 7). Il movimento è manuale come denuncia la manovella ben visibile sulla destra. I colpi sono dati da tre battitori distribuiti su due assi di fulcro distinti, due su quello superiore e uno su quello inferiore. Il senso di rotazione è chiaramente quello antiorario, dato il profilo dei denti sagomati in modo da sollevare i due battitori superiori e quindi lasciarli scivolare per colpire la membrana. Sulla superficie laterale visibile della ruota, si nota, in

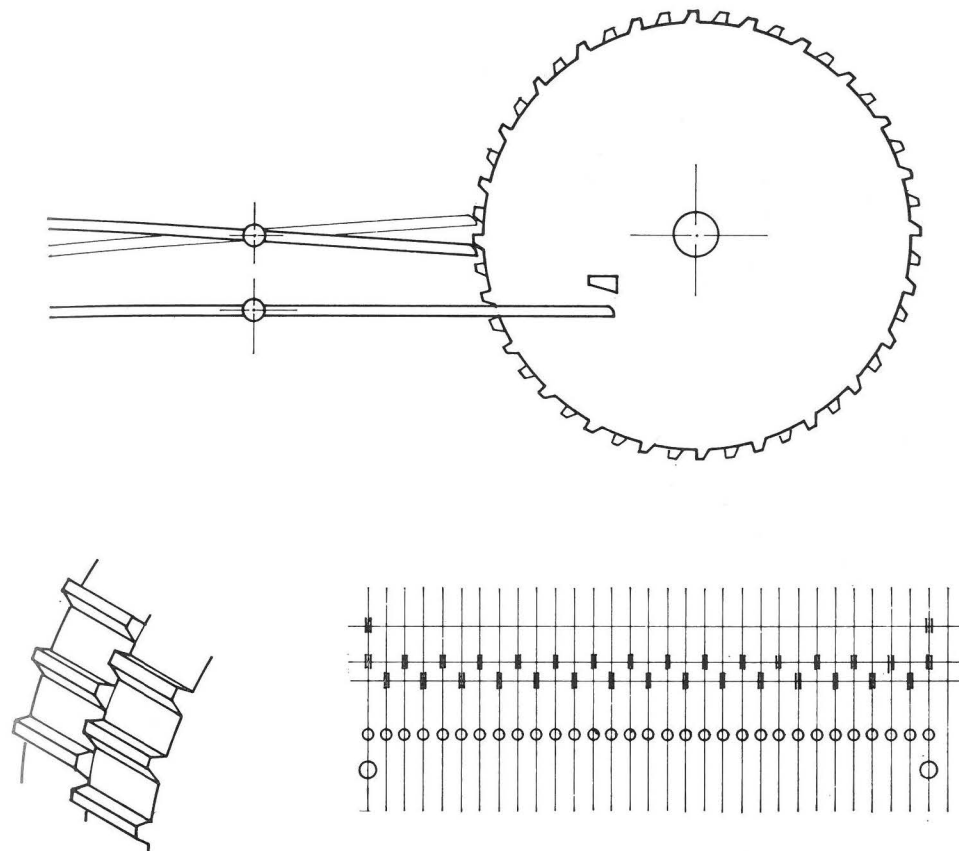


Fig. 8 - Ricostruzione schematica del meccanismo di azionamento dei battitori del timpano meccanizzato del f. 984 r del Codice Atlantico. In basso a sinistra si vede il particolare della doppia ruota dentata; alla sua destra l'effetto ritmico.

posizione più vicina all'asse, un dente isolato, o forse due ravvicinati (il disegno è confuso), che aziona il terzo battitore. Sempre in riferimento alla ruota dentata bisogna notare che è formata da due sezioni accoppiate e falsate di un dente, ma la ricostruzione schematica di fig. 8 chiarisce meglio quanto è stato detto. Lo sfalsamento di un dente delle due sezioni della ruota, che comandano i due battitori superiori, permette quindi una serie ininterrotta di colpi ottenendo la distribuzione ritmica sintetizzata graficamente, in basso a destra, con il sistema già usato precedentemente nella fig. 4. Data l'omogeneità del susseguirsi di colpi molto ravvicinati nell'unità di tempo, dato l'alto numero di denti e il movimento relativamente veloce della ruota, il terzo battitore senza dubbio scandisce con ritmo costante il tempo, con uno o due colpi ravvicinati (è da verificare se nella macchia del disegno vi siano uno o due denti), mentre i due battitori superiori rullano continuamente. Nel disegno originale è ben visibile il meccanismo a molla del battitore inferiore, infatti lo si vede vincolato ad una molla fissata all'asse dei battitori superiori, ed anche questa particolare evidenza dovrebbe suffragare la tesi di un colpo più marcato degli altri. Nel f. 160 r del Codice Madrid I troviamo una versione forse precedente e meno sofisticata dello stesso timpano meccanico; questa volta quattro battitori che si susseguono nel colpire la membrana scandendo colpi continui senza accentazione, azionati da denti posti su un rullo orizzontale mosso sempre da una manovella (fig. 9). La schematizzazione di tale timpano e la relativa sequenza ritmica, la troviamo in fig. 10.

Sempre sul Codice Madrid I al f. 91 v (fig. 11) troviamo forse il più complesso degli strumenti a percussione di Leonardo: un triplo tamburo meccanizzato con sei battitori, azionato da un unico cilindro dentato mosso a sua volta da una grande ruota dentata. È chiaramente un disegno teorico, non ha la definizione dei particolari come il f. 837 o il f. 984 del Codice Atlantico, ma sono chiare le masse sonore che tale macchina produrrà col suo movimento. Si vede un grande tamburo con un solo battitore, mentre in primo piano notiamo un tamburo medio con due battitori e uno più piccolo con tre. Data l'attenzione che Leonardo presta, come abbiamo visto nei disegni precedenti, all'effetto ritmico che vuole ottenere dai suoi meccanismi, possiamo formulare un'ipotesi di frequenza ritmica ottenibile con

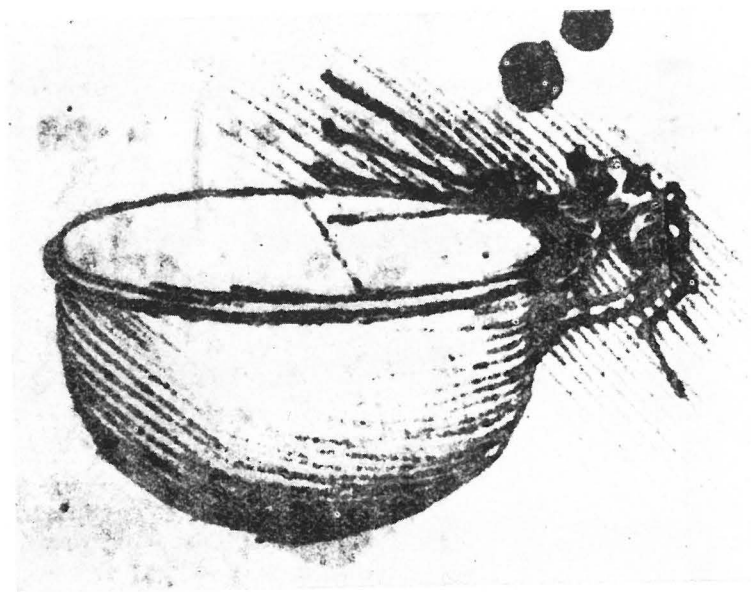


Fig. 9 – Codice di Madrid I, f. 160 r.

questa « macchina », schematizzata in fig. 12. Il grande tamburo ha un solo battitore, quindi dovrà presumibilmente cadenzare lentamente mentre quello medio, dal timbro meno profondo, raddoppierà il colpo singolo del tamburo grande con un battitore e sottolineerà il ritmo binario con l'altro. Al tamburo piccolo è assegnato il compito di coprire i tempi deboli della battuta con tre colpi o addirittura con un rullo continuo come nel f. 984 r del Codice Atlantico. Unico problema che sorge azionando la macchina, è il senso di rotazione del rullo dentato; qualunque sia il senso di rotazione, uno o due tamburi dovranno avere i battitori azionati da uno scappamento con rinvio. Nella ricostruzione della fig. 13 è stato segnato con un cerchio il meccanismo del battitore singolo che potrebbe avere uno scappamento simile al primo da sinistra del f. 70 r del Madrid I o anche quello disegnato specificamente vicino al tamburo meccanico in alto a destra del f. 877 r del Codice Atlantico.

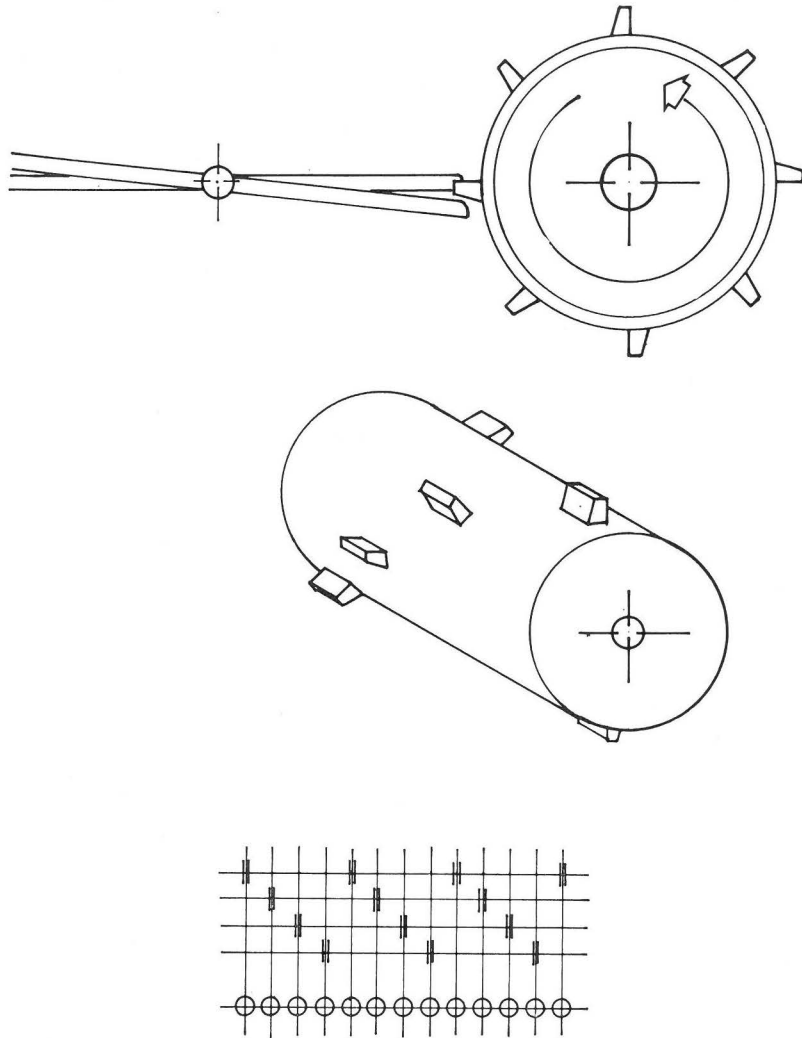


Fig. 10 - Ricostruzione e schema ritmico del timpano meccanizzato del f. 160 r del Codice di Madrid I.

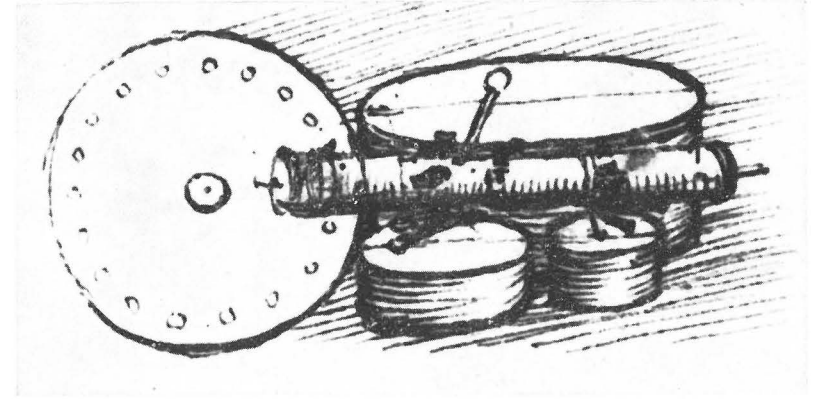


Fig. 11 - Codice di Madrid I, f. 81 v.

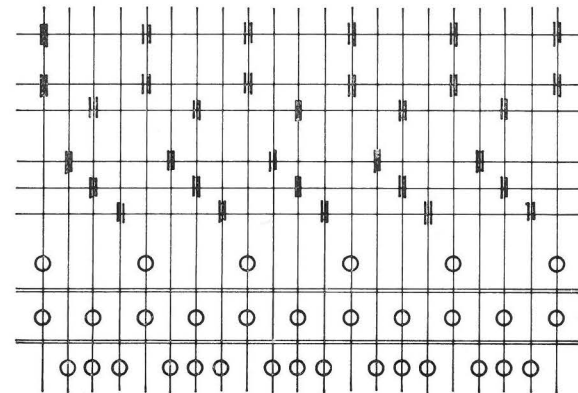


Fig. 12 - Schema della sequenza ritmica del triplo tamburo meccanizzato del f. 91 v del Codice di Madrid I. Dall'alto al basso si vedono lo sviluppo delle sezioni del cilindro centrale che azionano rispettivamente il tamburo più grande, quello medio ed il più piccolo; nella parte bassa dello schema l'effetto globale dei colpi sulle tre membrane.

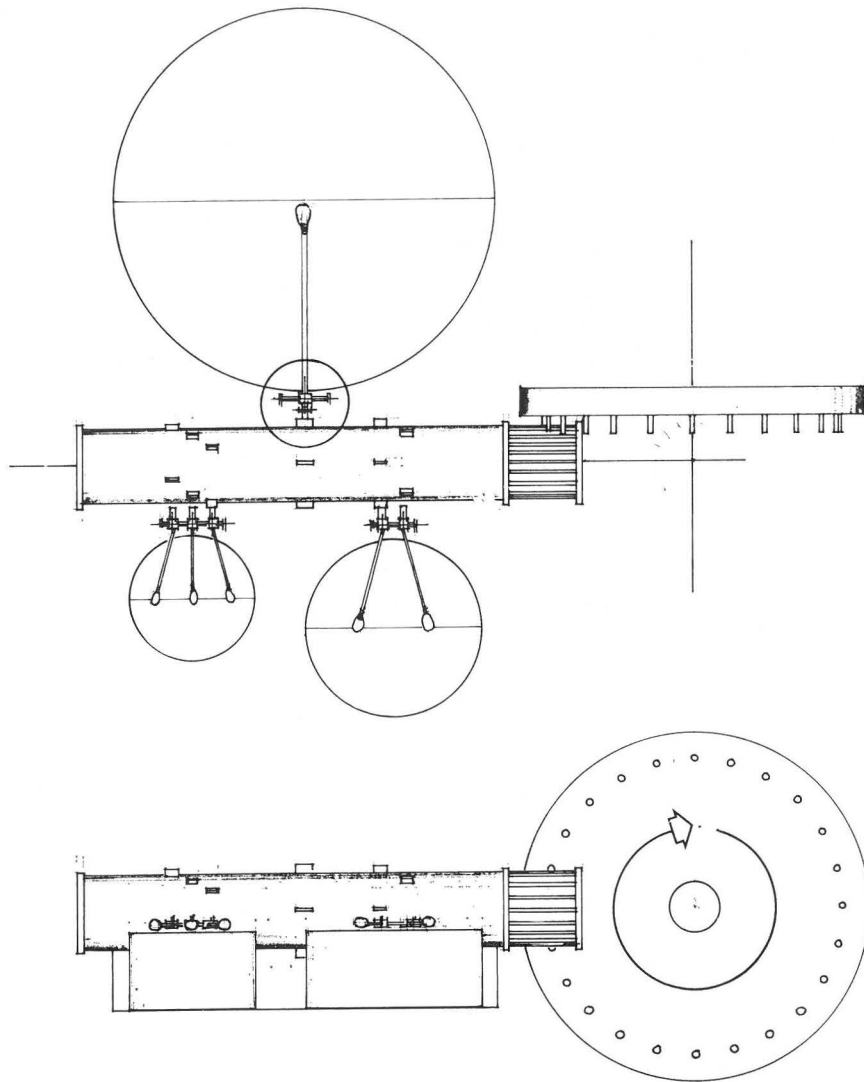


Fig. 13 - Ricostruzione schematica del triplo tamburo meccanizzato del f. 91r del Codice di Madrid I.

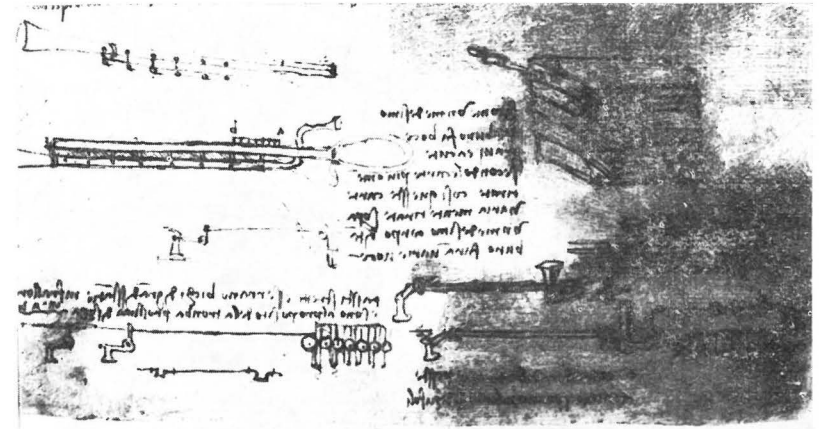


Fig. 14 - Codice Arundel, f. 175 r

Con il f. 175 r del Codice Arundel (fig. 14), abbiamo l'occasione di passare dagli strumenti a percussione a quelli a fiato. Anche se tale foglio è letteralmente invaso da più o meno brillanti idee di modifiche e miglioramenti da apportare a strumenti a percussione ⁽⁸⁾, a noi interessano gli ultimi disegni in basso riguardanti strumenti a fiato. Iniziando con quelli sulla sinistra della pagina, il primo in alto è un abbozzo abbandonato e poi ripreso sotto di uno strumento molto simile ad una tromba naturale. A tale tromba è applicata un'asta con il meccanismo, schematizzato nei due disegni sottostanti, con il quale si chiudono i fori dello strumento; tale meccanismo è comandato da una tastiera ben visibile sulla destra del secondo disegno. Tra i due disegni che illustrano in particolare il meccanismo di chiusura, Leonardo scrive « tasti stretti e serrano buchi di gran distanzie infra loro

⁽⁸⁾ Ad esclusione del terzo disegno dall'alto a sinistra, raffigurante un timpano cui è applicato un sistema a manovella che regola la tensione della membrana, il resto dei disegni è di dubbia realizzazione e ancora più dubbio è il risultato finale. Per una dettagliata analisi dei disegni, forse troppo entusiasta delle idee di Leonardo, vedi E. WINTERNITZ, *Melodic, chordal and other drums invented by Leonardo da Vinci*, in «Raccolta Vinciana», 1964, fasc. XX.

e sono al proposito della tromba prossima di sopra in *a b*». Il laccio che si vede sulla destra del disegno potrebbe servire per assicurare lo strumento al collo del musicista. Due sono i dubbi che fanno sorgere questo disegno e la frase di Leonardo che lo riguarda; uno è evidente nella ricostruzione della fig. 15 — in alto —, che propone lo schizzo del tasto e del sistema di comando del cuscinetto di chiusura. Premendo uno dei « tasti stretti » il filo, probabilmente metallico, fissato alla base del tasto scorre su una rotella scanalata e tira la leva del cuscinetto di chiusura del foro, tenuta in posizione da una molla. Sintetizzando: premendo il tasto si apre il foro. Un tale sistema applicato a tutti i fori dello strumento, se da un lato avrebbe facilitato la chiusura di « buchi di gran distanze », dall'altro avrebbe stravolto completamente la tecnica acquisita pazientemente con lunghi anni di studio dal povero strumentista. È noto infatti che qualsiasi strumento a fiato dell'epoca, flauti dolci e traversi, bombarde, cromorni, cornetti ecc., era diteggiato in modo che abbassando il dito si chiudeva il foro (9). Le chiavi, che per gli strumenti di registro più basso, erano state già parzialmente adottate, non erano altro che una propaggine meccanica del dito che abbassandosi chiudeva il foro. Il secondo dubbio è sul termine « tromba » che Leonardo cita e sull'ef-

(9) Alla fine del '400 erano innumerevoli gli strumenti a fiato che venivano usati nella musica di insieme. In quelli ad ancia doppia, progenitori dell'attuale oboe e fagotto — il cialamello, la bombarda, la dulciana, ecc. — come nei flauti, sia traversi che dritti, i fori sul caneggio permettono di ottenere frequenze differenti da uno stesso corpo, simulando tubi risonanti di diverse lunghezze. Completata la gamma di note che il numero di fori può abbracciare, un ulteriore foro, posizionato più in alto verso l'imboccatura e solitamente dalla parte opposta degli altri, aprendosi eccita gli armonici superiori dello strumento, permettendo l'estensione delle note ottenibili da un numero limitato di fori. In alcuni strumenti, come nello chalumeau — antenato dell'attuale clarinetto — tale foro, detto « portavoce », era aperto da una chiave premuta dal pollice della mano sinistra, ma era l'unico tipo di foro a cui veniva applicata una chiave che azionata apriva il foro. Gli strumenti ad ancia labiale — attualmente definiti « ottoni » — erano divisi in tre categorie: quelli che utilizzavano gli armonici eccitati dalle labbra del suonatore, come le trombe e i corni; quelli che permettevano una variazione della lunghezza del caneggio — ampliando il numero di armonici ottenibili —, come il trombone a coulisse; quelli che, se pure con una difficoltosa intonazione, sfruttavano il sistema dei fori degli altri aerofoni, come il cornetto e il serpentone.

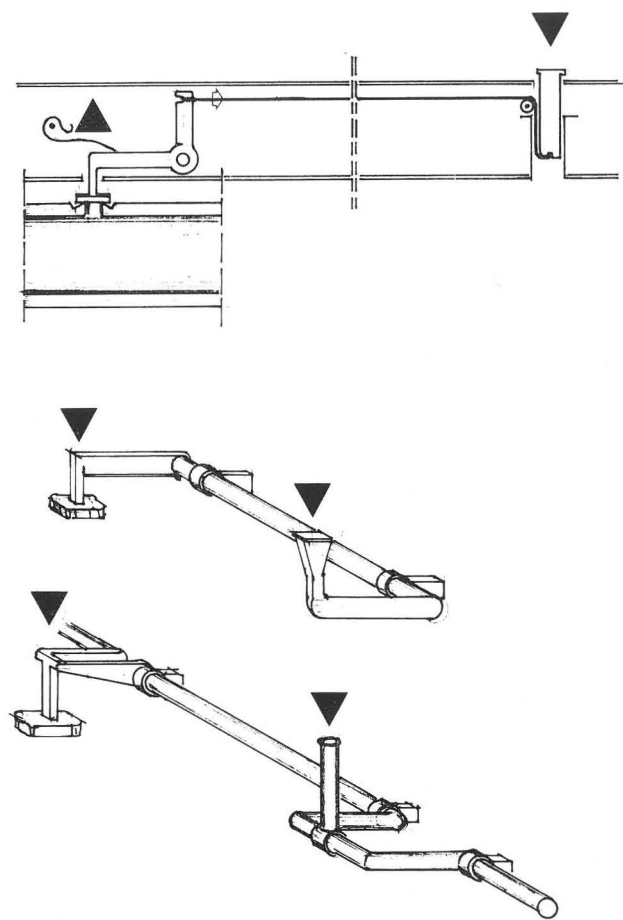


Fig. 15 — Schemi di funzionamento dei meccanismi per strumenti a fiato del f. 175 r del Codice Arundel.

fettiva somiglianza dello strumento ad una tromba naturale. La tromba naturale, dal caneggio in gran parte stretto e cilindrico con una minor parte a cono che terminava con una svasatura a campana, non aveva fori. Erano le labbra del suonatore che eccitavano i vari ar-

monici del tubo. L'unico strumento ad ancia labiale con fori di intonazione era il cornetto e la sua famiglia, dotato di canneggio totalmente conico, dal tipico suono leggermente soffocato, ben diverso da quello squillante della tromba. Entrambi i dubbi li risolve lo stesso Leonardo; il primo scartando il sistema poco ortodosso e passando ad uno a leva diretta in due soluzioni simili; nella fig. 15 in basso e al centro vediamo la ricostruzione degli schizzi a destra in basso del manoscritto; il secondo dicendo: « o (tasto di comando) entri il loco dell'ordinarie poste che hanno i pratici ne' loro busi de zufoli ». Ovvero trascritto molto liberamente: i tasti saranno collocati alla distanza delle posizioni usuali delle dita, su gli strumenti tradizionali; non parla più di « tromba », ma dice, forse correggendosi, « zufoli », denominazione generica che alla fine del '400 indicava strumenti a fiato, ma era usata particolarmente per la famiglia della bombardina, famiglia di ance doppie, estesa a tutti i registri all'epoca di Leonardo, per cui si richiedeva, specialmente negli strumenti di registro basso, un notevole allargamento delle dita per chiudere i fori (10).

Anche il f. 76 r del Codice Madrid II (fig. 16) tratta di strumenti aerofoni, ma di diversa natura: una « piva », un organo positivo, un organo portativo (11). In alto a sinistra del foglio Leonardo scrive: « per piva sia fatto il tramezo del mantaco fermo a alla cintura el b sia fermo col braccio, il qual braccio poi movendosi in dietro e in fuori, apirà e serrerà il mantace al bisogno. Cioè quando il mantace

(10) Gli studi di Leonardo, sui sistemi di meccanizzare la chiusura dei fori degli strumenti a fiato, non sono assolutamente precursori del sistema moderno a chiavi, introdotto da T. Boehm nella prima metà del XIX secolo. Tale tesi (vedi E. WINTERITZ, *op. cit.*) infatti trascura il fatto che tale innovazione era rivolta essenzialmente a situare i fori, sul canneggio dello strumento, in posizione acustica ideale anche se questa posizione sarebbe stata difficile da raggiungere dalle dita, soprattutto per quelle note alterate che anticamente si ottenevano solo con diteggiature particolari poco affidabili come intonazione. Quindi il sistema a leve era una necessità dovuta ad esigenze di intonazione, mentre per Leonardo tale sistema doveva solo facilitare la chiusura dei fori, che negli strumenti di registro basso si trovavano a distanze scomode per le dita dello strumentista.

(11) La « piva » è intesa come cornamusa, mentre per organo positivo si intende un piccolo organo da camera e per organo portativo uno strumento simile portatile.

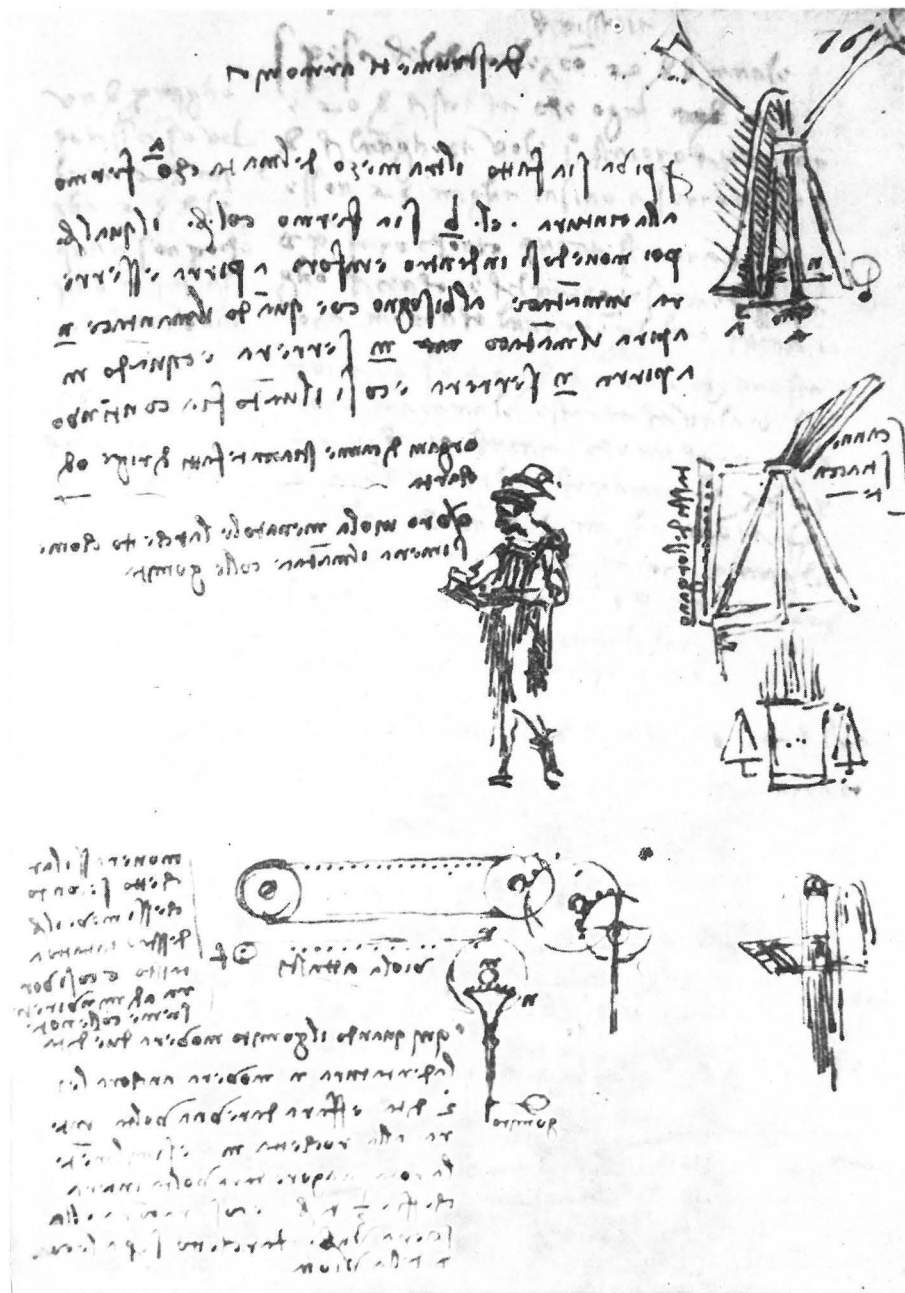


Fig. 16 - Codice di Madrid II, f. 76 r.

n apirà, il mantaco *m* serrerà e quando *m* apirà, *n* serrerà e così il vento fia continuo». Due sono le ipotesi di funzionamento. Prima ipotesi (fig. 17, 1): il mantice è diviso in due sezioni, separate da un « tramezo » fisso. L'aria viene insufflata alternativamente dalle due sezioni. In questo caso, tale sistema, sarebbe una variante dei due mantici separati, usati nei piccoli organi portativi come in quello schematizzato in alto a destra di fig. 17. Nella « piva », sia il movimento di aspirazione, sia quello di insufflazione, sono provocati dal movimento del braccio, e il cerchio sulla *b* del disegno originale lascia intravedere un laccio o una maniglia che assicurato al braccio avrebbe permesso a questo di spingere avanti e indietro il mantice, lasciando libere le dita della mano. È probabile che i due mantici siano collegati alle braccia del suonatore, e più precisamente, come scrive Leonardo sullo stesso foglio « ...come si mena il mantice colle gomita », i mantici sono collegati ai gomiti, che muovendosi alternativamente, ma leggermente sfasati, permettono un « vento continuo », regolato nella pressione dalla sensibilità dello strumentista — analogamente al sistema usato per la fisarmonica —. Seconda ipotesi (fig. 17, 2): Leonardo non specifica esattamente l'impiego di un secondo braccio oltre a quello con cui « el *b* sia fermo ». Quindi perchè avvenga che « quando il mantice *n* apirà, il mantaco *m* serrerà », è necessario un collegamento rigido, incernierato sui due coperchi dei mantici, che rendendoli solidali, permetta che chiudendo l'uno si apra l'altro. Si potrebbe azzardare a riconoscere tale collegamento nelle linee al di sotto delle lettere *m*, *n*. Questo sistema, forse più necessariamente del primo, non può fare a meno di un accumulo d'aria per sopperire al punto morto che si crea tra l'azione di un mantice e quella dell'altro. È da notare che entrambe le ipotesi si riferiscono all'applicazione del mantice alla cornamusa, e che cornamuse a mantice esistevano all'epoca di Leonardo. Non essendo di tradizione italiana, non è dato di sapere se lui ne fosse a conoscenza, ma nella tradizione boema, ungherese, polacca, irlandese esistevano piccole cornamuse suonate da seduti gonfiando il sacco di pelle, che fungeva da accumulo, con un piccolo mantice azionato dal gomito del suonatore. Il disegno della « piva » presenta una linea ricurva ad uncino nella estremità in basso del « tramezo ». Sembra un pensiero successivo che Leonardo traccia sul disegno: perchè non far oscillare la parte centrale mentre le altre

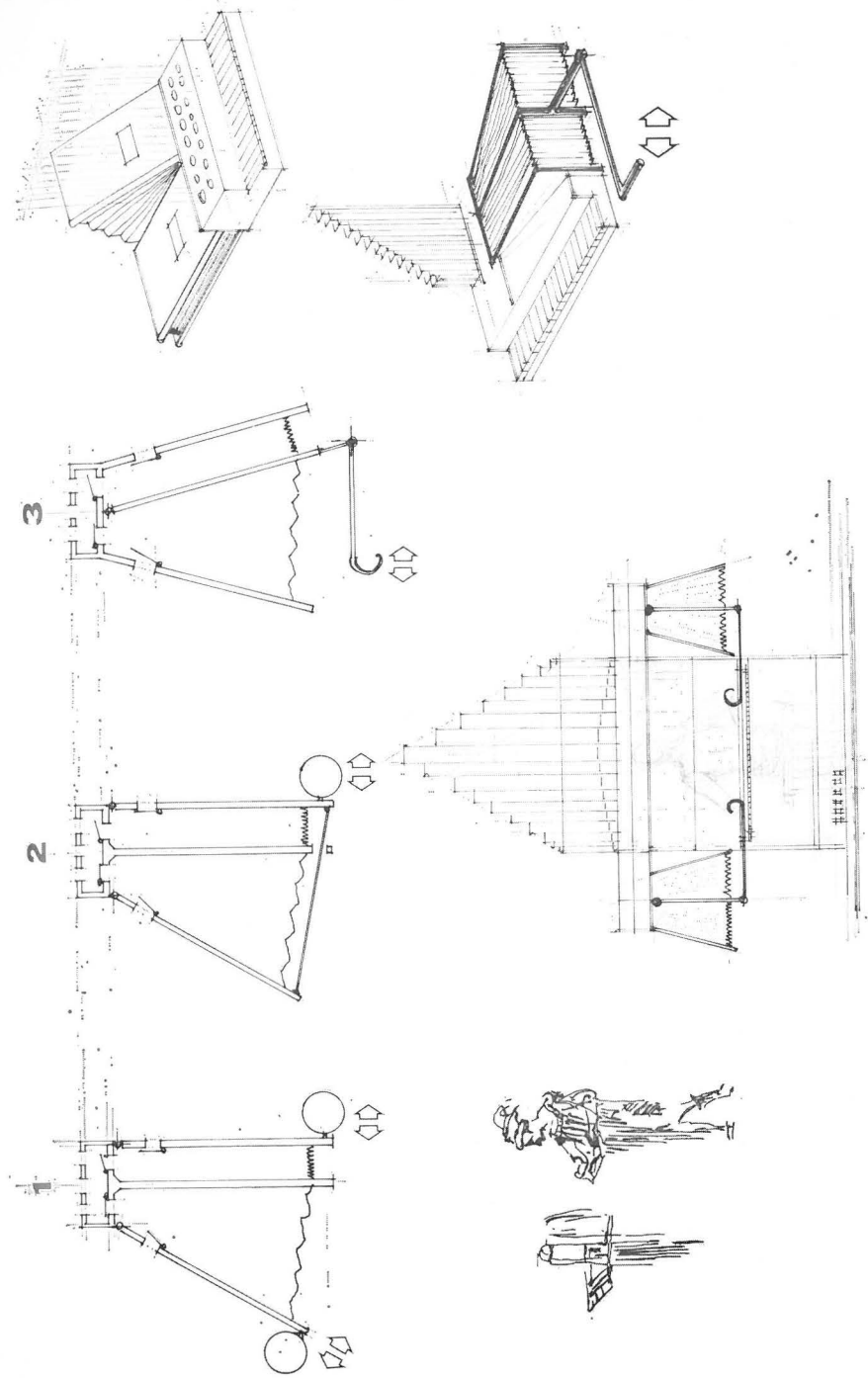


Fig. 17 - 1-2-3: ipotesi di funzionamento della « piva » del f. 76 r del Codice di Madrid II. A destra in alto è schematizzato un organo portativo e sotto l'applicazione a questo del mantice di Leonardo. Al centro in basso la stessa applicazione ad un organo da camera. A sinistra in basso sono ravvicinati uno schizzo e una figura umana disegnati sullo stesso foglio.

rimangono fisse? Nel secondo disegno dall'alto a destra del f. 76 r. Leonardo traccia un « tramezo » azionato da una maniglia e probabilmente in un secondo momento aggiunge le « canne stacciate » e i « tasti dell'organo », come attentamente annota, intuendo la possibilità di applicare la sua idea all'organo portativo. In fig. 17, 3 è schematizzata questa nuova idea e la sua applicazione è nel disegno in basso a destra. Il processo mentale che ha portato Leonardo a questo disegno non è chiaro, ma è certo che nell'organo « di canne stacciate » la parte fissa dello schema meccanico del disegno precedente, non è più quella centrale, solidale senza dubbio con l'asta ricurva ad uncino, ma quella verso i « tasti dell'organo » e conseguentemente quella opposta. Fatta salva l'ipotesi che Leonardo abbia trasformato l'idea di due mantici in quella di un unico mantice, diviso da un setto mobile, appare evidente l'utilizzo di tale idea sull'organo portativo; una mano muove avanti e in dietro il setto mobile mentre l'altra esegue la melodia sulla tastiera. L'idea è forse di dubbia riuscita se non si risolve il modo di sopperire al punto morto tra l'aspirazione e l'insufflazione delle due sezioni di mantice, ma Leonardo è interessato al sistema, non alle piccole ottimizzazioni successive, e l'idea di liberare l'organista dal vincolo degli addetti ai mantici, lo spinge ad applicare il meccanismo all'organo positivo. Il terzo disegno dall'alto a destra del f. 76 r ci lascia supporre l'applicazione di tale « mantace » all'organo positivo: il disegno centrale di fig. 17 dà un'idea dell'organista che, seduto davanti allo strumento, con i gomiti collegati al « tramezo » di due mantici laterali, suona fornendo lui stesso il movimento necessario al rifornimento d'aria del somiere (12). Se l'ipotesi è giusta tale disegno è decisamente molto teorico. Rimanendo nel campo delle ipotesi facciamone una ancora più azzardata. Osserviamo attentamente lo schizzo appena accennato in basso a destra del f. 76 r e la figura umana centrale; avviciniamo i due disegni (fig. 17); è straordinario come abbiano in comune molti particolari. Hanno forse in comune il fatto che l'uno è lo strumento che l'altro suona? Lo strumento avrebbe in tal caso una serie di canne rivolte

(12) Nell'organo il somiere è una cassa dove l'aria, spinta dai mantici, è tenuta a pressione costante da valvole tarate e distribuita alle canne per mezzo di altre valvole azionate dalla tastiera.

verso il basso, comandate da una tastiera; il musico alimenta, con dei mantici mossi « dalle gomita », il somiere di tale piccolo organo portativo; il tutto viene appeso alle spalle e comodamente suonato camminando.

Sempre nel foglio 76 r dello stesso Codice leggiamo: « ovvero viola menatole l'archetto come si mena il mantace colle gomita ». È giunto il momento di occuparci dello strumento più particolare di quelli disegnati da Leonardo: la « viola organista ». Questo termine, « viola organista », usato nel foglio 50 v del Codice B, non è di facile ed immediata comprensione se non si entra a fondo nel problema che Leonardo tenta, in molti disegni dei suoi manoscritti, di risolvere. Sono d'accordo con Winternitz (13) quando ritiene che la « viola organista » avrebbe dovuto, nelle intenzioni di Leonardo, dare la possibilità a un solo strumentista di avere a disposizione le capacità polifoniche dell'organo, ma con le possibilità timbriche degli archi. Resta il fatto che i disegni più particolareggiati della « viola », ci raffigurano un piccolo strumento portatile, molto più vicino alla ghironda, che ad un'orchestra guidata da una tastiera. Nel complesso dei disegni che riguardano il tema della « viola », la massima parte riguarda, come ho accennato, strumenti portatili; solo il f. 586 r del Codice Atlantico, studia uno strumento dotato di una tastiera di tipo organistico. I problemi fondamentali, per la progettazione di uno strumento di tali caratteristiche, sono il modo di far vibrare le corde, con un sistema il più possibile simile a quello degli archi, e come aver la possibilità di scegliere le corde da far vibrare. La ghironda, strumento popolare di origini medioevali, almeno per quanto riguarda l'eccitazione delle corde, aveva risolto il problema per mezzo di una ruota, mossa da una manovella, che ruotando sfregava continuamente le corde. Mentre una o due corde, accordate su note fisse di bordone, suonavano incessantemente, un'altra corda veniva sezionata da tasti terminanti a cuneo, che permettevano l'esecuzione di una melodia. Nello strumento di Leonardo, invece il suono, l'intensità, il numero contemporaneo di diverse note dovevano essere decisi dal musicista.

(13) E. WINTERNITZ, *Leonardo's invention of viola organista*, in « Raccolta Vinciana », 1964, fasc. XX.

Torniamo al f. 76 r del Codice di Madrid; il musico potrebbe suonare una delle « viole a tasti », come Leonardo definisce il suo strumento portatile e di cui nello stesso foglio traccia il modo di « menarle l'archetto come si mena il mantace colle gomita ». In basso a sinistra (fig. 18) sono infatti schematizzati due sistemi di movimento dell'« archetto »; uno attraverso il movimento di tre ruote dentate, di cui l'ultima a destra solidale con una barra; l'altro in basso semplificato, per ridurre la velocità di scorrimento e i considerevoli attriti.



Fig. 18 - Particolare del f. 76 r del Codice di Madrid II.

L'archetto della « viola a tasti » (così chiameremo d'ora in avanti lo strumento portatile) non ha nulla a che vedere con l'archetto usato per gli strumenti della famiglia dell'attuale violino; con questo ha solo l'affinità di essere, molto probabilmente, formato da crini cosparsi di pece, ed essere « tirato » sulle corde da porre in vibrazione. Nei disegni della « viola a tasti » sarà sempre rappresentato da una cinghia, più o meno lunga in funzione del sistema di movimento, e, contrariamente a quanto afferma Winternitz, non avrà mai un moto continuo, ma sempre un movimento alternato nei due sensi ⁽¹⁴⁾.

⁽¹⁴⁾ *Ibid.*

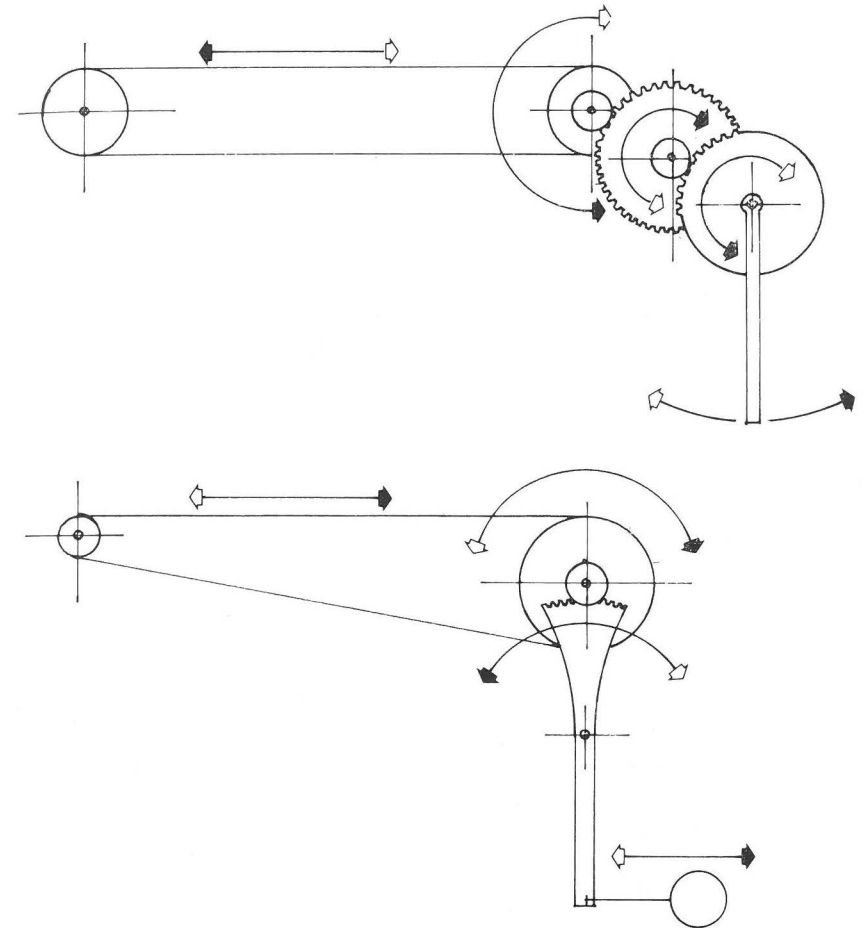


Fig. 19 - Schema dei due sistemi di movimento dell'« archetto » della « viola a tasti » del f. 76 r del Codice di Madrid II.

Il sistema di movimento dell'« archetto » del f. 76 r, schematizzato nella fig. 19 è un sistema a ingranaggi che Leonardo tratta, con altre due soluzioni, anche nel f. 28 r del Codice H (fig. 20). Sulla

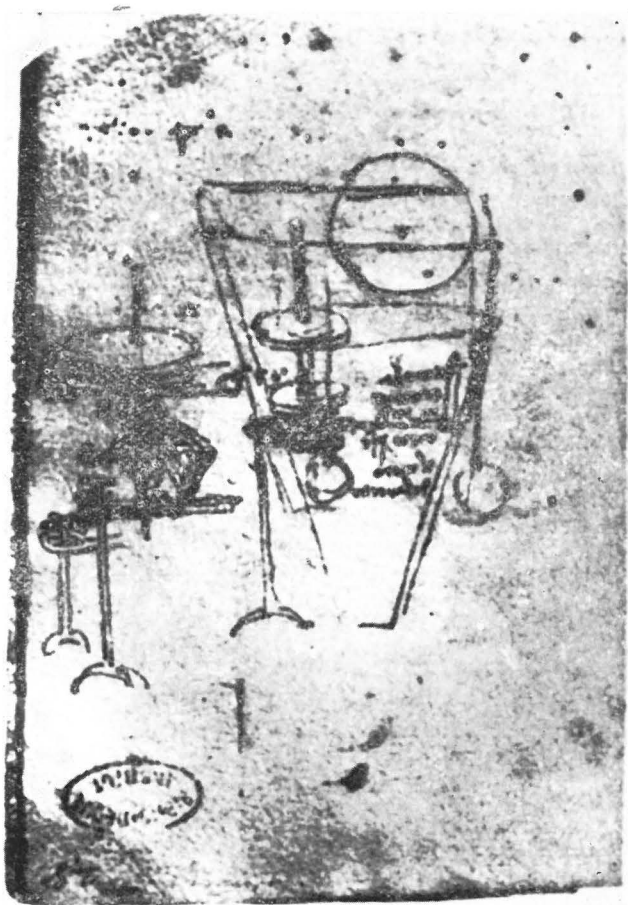


Fig. 20 - Codice H, f. 28 r.

sinistra di tale foglio, vediamo una puleggia su cui scorre l'« archetto », tenuto a sua volta in tensione da due pulegge più piccole. Solidale con l'asse della puleggia primaria, è un pignone messo in rotazione da un settore di ruota dentata solidale con un asse che le comunica il movimento alternato. Le due leve, sulla sinistra dello schizzo, non

dovrebbero far parte dello stesso, anche se sono sicuramente disegnate per studiare il modo di comunicare un moto alternato ad un congegno analogo, ma un'interpretazione certa è ostacolata dalla confusione del disegno. Sulla destra del foglio, sovrapposto ad uno schema di una puleggia, vediamo il secondo sistema di movimento alternato, questa volta parzialmente aiutato da una molla, di cui Leonardo dà un'inequivocabile descrizione: « a molla ceritor indietro perse il moto dell'archetto », che trascritto liberamente: « l'archetto torni indietro automaticamente per mezzo di una molla ». Anche se il disegno non è molto chiaro, specialmente sul funzionamento della barra sul lato sinistro, sull'asse della puleggia si intravede un pignone simile a quello dello schizzo a fianco; si nota anche un cavetto che va dal pignone a una barra, incernierata in alto, sulla destra. La forma trapezoidale che circonda il tutto, dovrebbe essere la schematizzazione della cassa della viola a tasti. La fig. 21 dà una ricostruzione dei due meccanismi in base alle ipotesi formulate. Anche

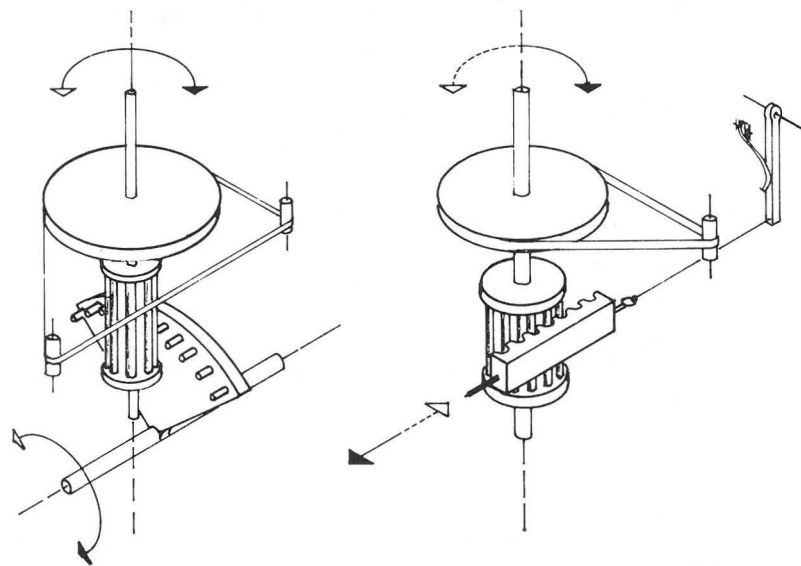


Fig. 21 - Ricostruzione schematica dei sistemi di movimento dell'« archetto » del f. 28 r del Codice H.

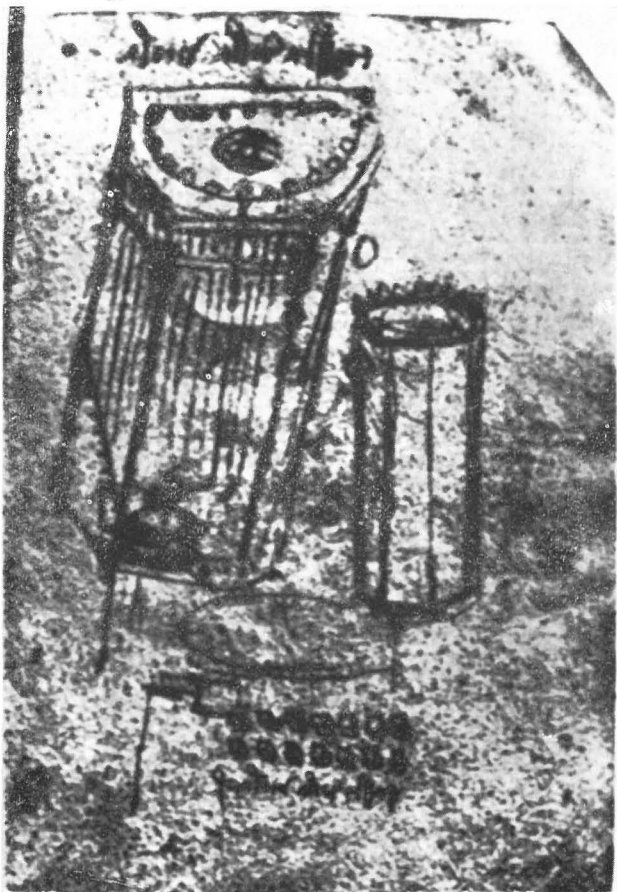


Fig. 22 - Codice H, f. 28 v.

in riferimento a questo foglio, sono costretto ad essere in contrasto con Winternitz, che vede, nei due congegni, due motori a molla regolati da uno scappamento ad ancora, come negli orologi, e, nelle barre laterali, dei manici per ricaricare la molla ⁽¹⁵⁾. Anche il f. 28 v (fig. 22)

⁽¹⁵⁾ *Ibid.*

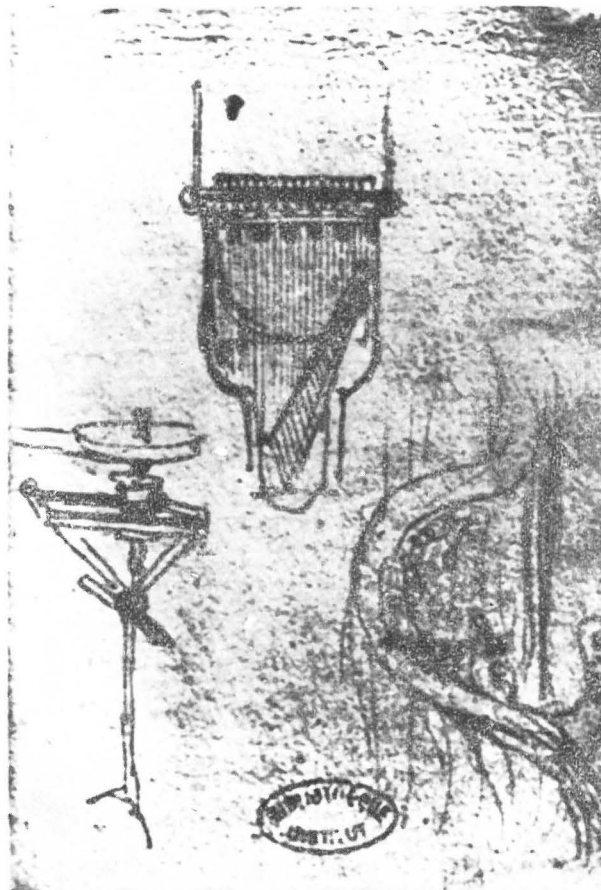


Fig. 23 - Codice H, f. 46 r.

del Codice H ha come soggetto la « viola », ma è molto poco dettagliato per potersi pronunciare con alcune interpretazioni che rischierebbero di essere troppo ipotetiche; unico elemento riconoscibile, per le sue affinità con i precedenti, è, o meglio sembra essere, la puleggia che si scorge nella parte bassa dello strumento più grande in posizione

verticale, posizione non in contrasto con gli altri disegni di viola a tasti che andremo ad analizzare.

Nel f. 46 r (fig. 23) sempre del Codice H, nel disegno in basso a sinistra, vediamo che Leonardo abbandona il sistema ad ingranaggi, per passare ad un sistema a cinghie — sicuramente più silenzioso — che sarà sviluppato ulteriormente in altri disegni del Codice Atlantico. Gli ingranaggi del Madrid e dei primi disegni del Codice H, sono sostituiti da una barra a forcella, vincolata ad un perno, che con una cinghia fermata ai suoi bracci mette in rotazione l'asse della puleggia dell'archetto; possiamo vedere tale soluzione nel disegno di sinistra di fig. 24. Il foglio, in alto, ci dà anche una visione, più estetica che pratica, della «viola» vista di fronte. Nel f. 45 v (fig. 25) dello stesso codice, abbiamo finalmente un'idea più chiara e complessiva della «viola a tasti». Leonardo la disegna, quasi completamente, sulla sinistra sempre in posizione verticale e, seppure con incertezze e ripensamenti nel sistema della puleggia, vediamo che definisce la posizione della barra a forcella, simile a quella del f. 46 r, che corre su un lato della cassa armonica. Ma la cosa più interessante è la comparsa del sistema di guida delle corde sui crini dell'«archetto». Il sistema a sinistra è probabilmente il primo tentativo; anche se riproposto nel disegno di sinistra della viola completa, è un sistema non utilizzabile. Guardando il disegno di destra della fig. 24, vediamo che, premendo il tasto, le leve collegate al suo movimento, agiscono sul piccolo rullo a cui è collegata la corda tramite un piccolo braccio ad angolo retto. In questo modo la corda viene alzata, ma anche tesa, con pregiudizio sia della tenuta dell'accordatura, sia dell'intonazione. Il problema è risolto nei due schizzi in alto del foglio manoscritto. La completa comprensione di tali disegni, mi è stata possibile solo dopo aver analizzato il f. 83 r del Codice Atlantico, che come vedremo è uno dei più esplicitivi sulla viola a tasti. Leonardo, come si vede nello schema in alto a destra della fig. 24, fa ruotare la corda sulla superficie di un cono, al cui vertice è fissa, e sul cui asse ruota il cilindretto che la guida verso l'«archetto», ottenendo che la tensione rimanga costante indipendentemente che si alzi più o meno dal suo punto di quiete.

Lo studio grafico completo di questo sistema di sollevare le corde, è, come accennavo, tema della metà superiore del f. 93 r (34 r-b)

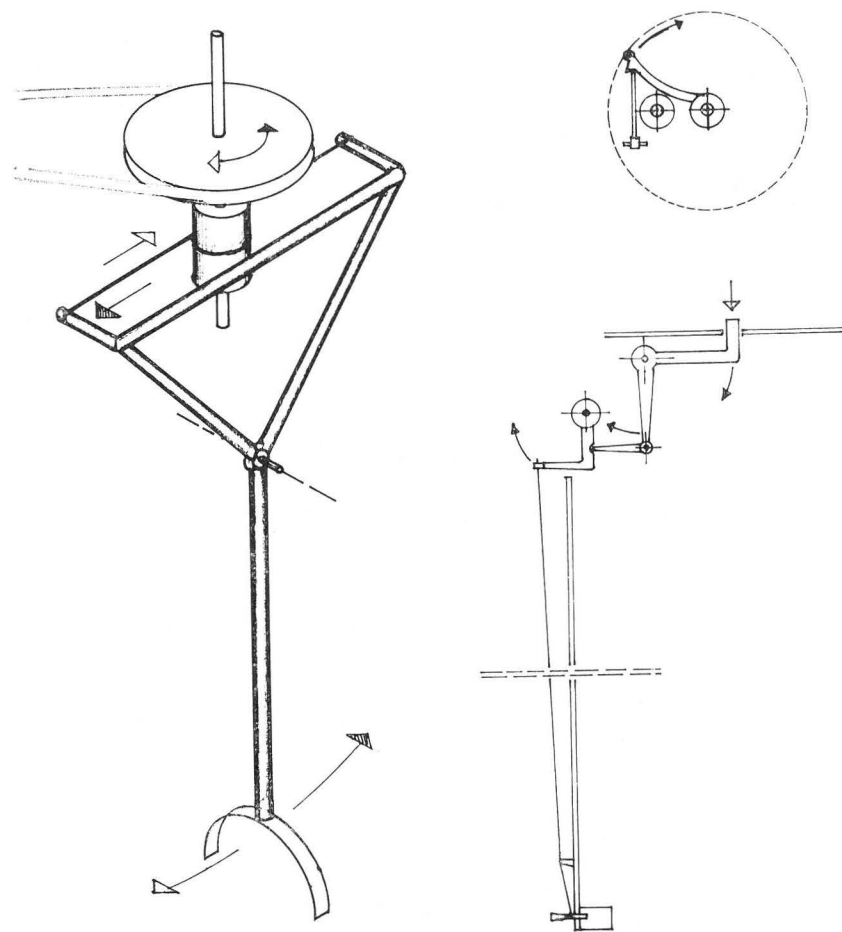


Fig. 24 — A sinistra: schema di funzionamento dell'«archetto» del f. 46 r del Codice H. A destra: schema di funzionamento del tasto sulla corda (in basso prima versione, in alto seconda) del f. 45 v del Codice H.

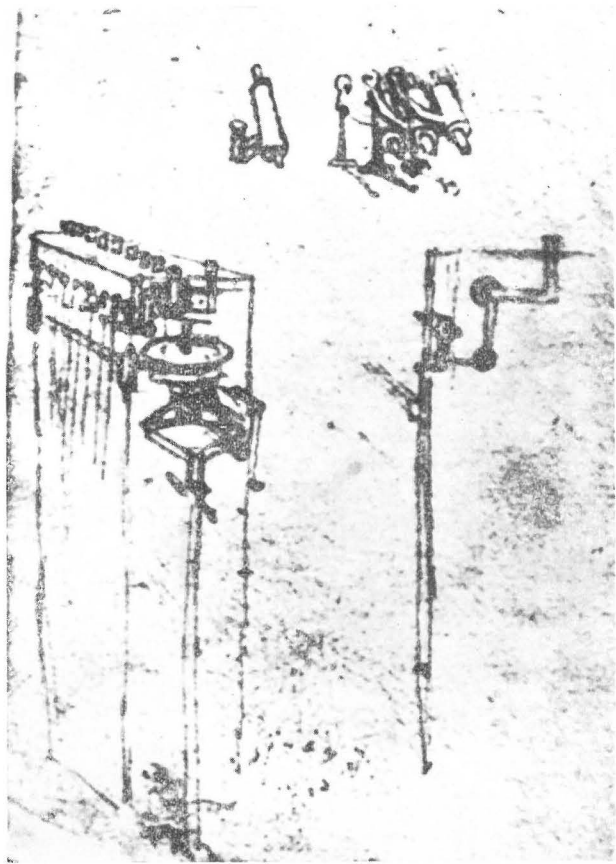


Fig. 25 - Codice H, f. 45 v.

del Codice Atlantico (fig. 26) ⁽¹⁶⁾. Il cilindretto viene perfezionato con due punte coniche per ridurre l'attrito e il sistema viene esteso a dop-

⁽¹⁶⁾ Questo foglio, come anche il f. 568 del Codice Atlantico, è sempre sfuggito all'analisi degli studiosi della musica di Leonardo. Dobbiamo al prof. A. Marinoni, che nella nuova edizione del Codice ha analizzato e giustamente interpretato i due disegni, la prima attribuzione di questi a studi di Leonardo sulla « viola ».

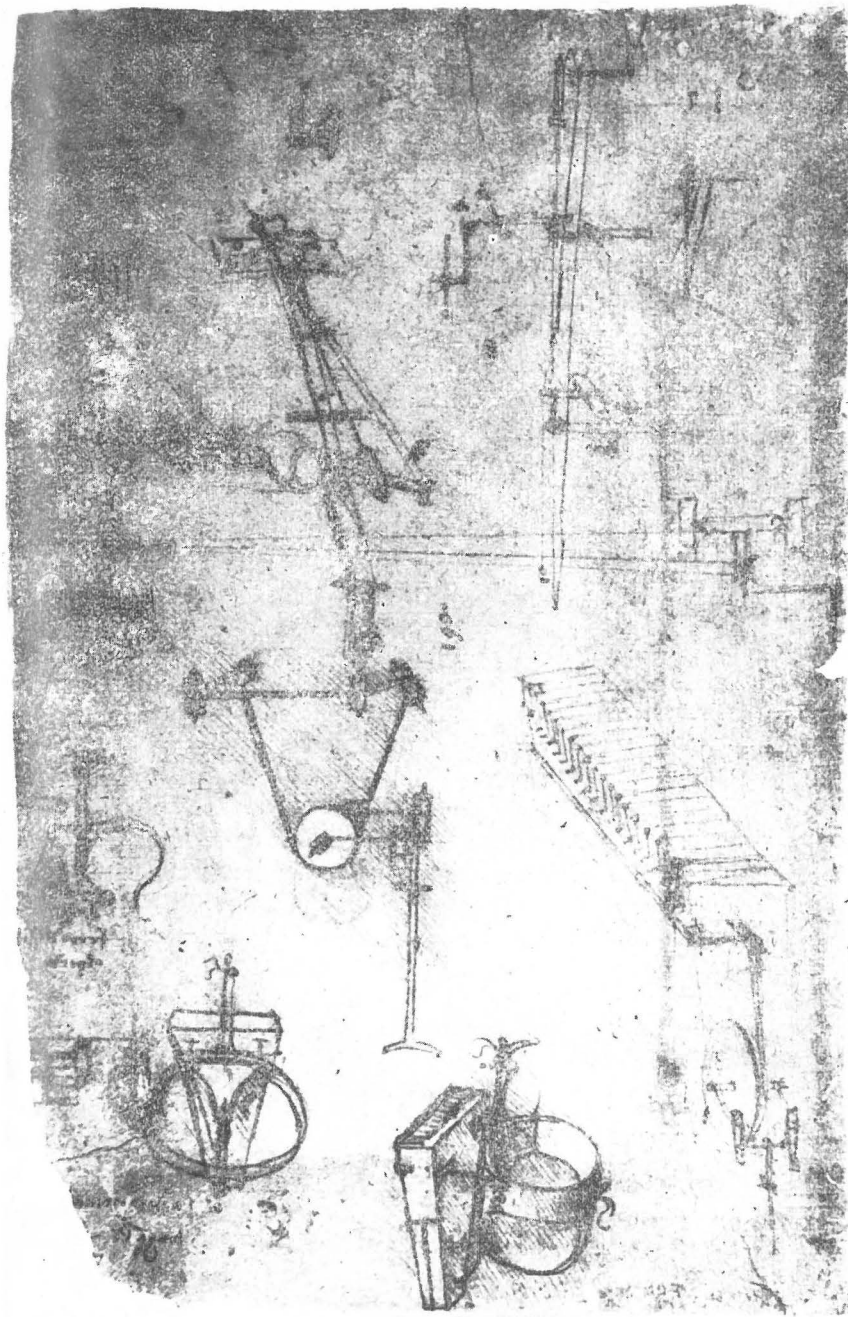
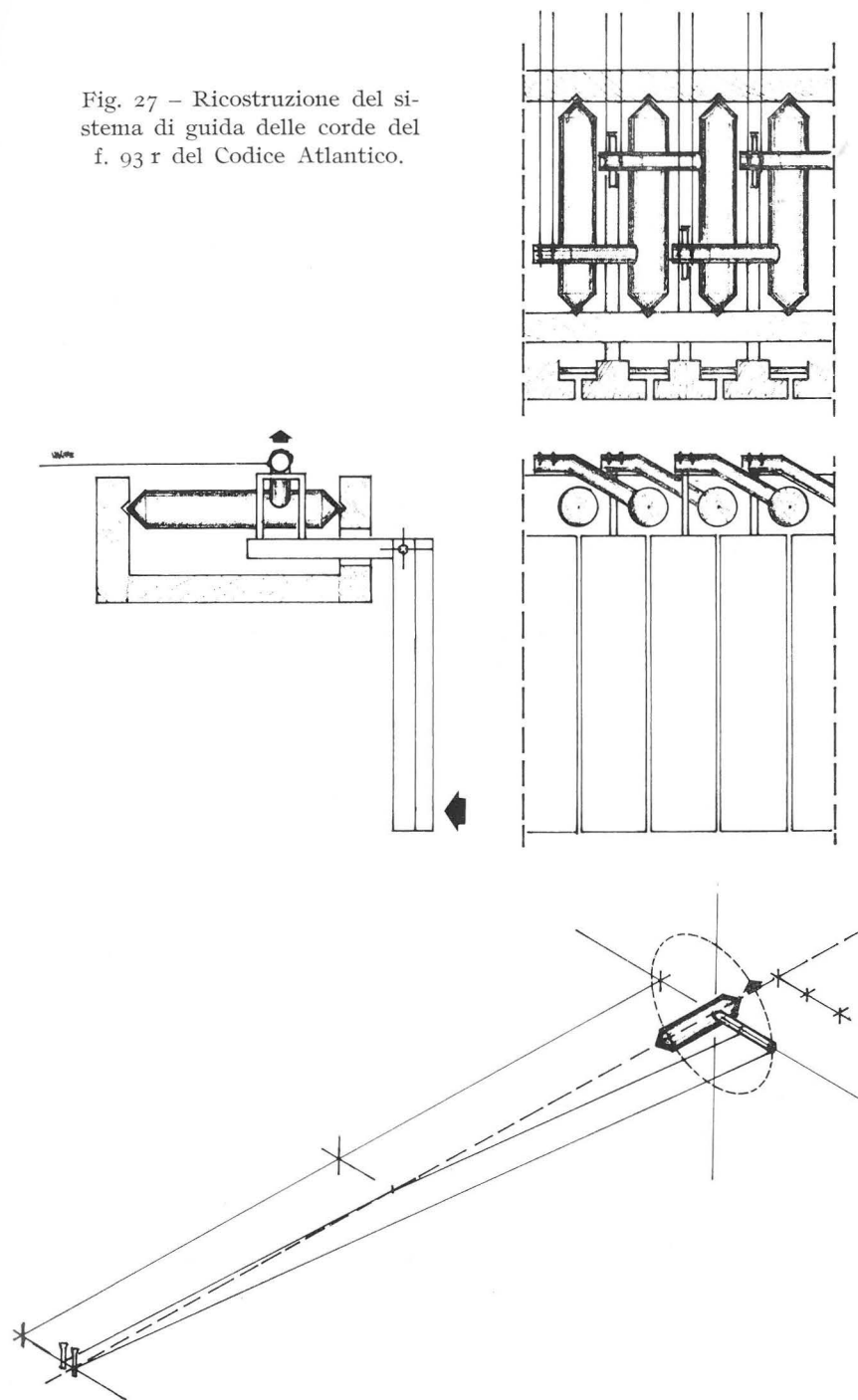


Fig. 26 - Codice Atlantico, f. 93 r.

pie corde accordate all'ottava. Il disegno centrale in prospettiva raffigura: il particolare di un cilindretto con l'asse allineato al piolo di accordatura della corda più esterna, un tasto che alza il braccetto a cui è ancorata la doppia corda e infine una possibile soluzione di far abbassare le corde sull'archetto. Alla sinistra di tale disegno vediamo una serie di cilindretti di scorcio e visti da sopra; sulla sinistra gli studi sulla rotazione dei cilindretti. Una ricostruzione sul funzionamento della tastiera e dei cilindretti è resa più chiara dalla fig. 27. La metà inferiore dello stesso foglio è dedicata ad un perfezionamento ulteriore del sistema di trascinamento dell'archetto, di cui a f. 28 abbiamo uno schema assonometrico, e inoltre all'insieme archetto-puleghe-tastiera e al sistema di trasporto dello strumento. Risolti i problemi di movimento dell'archetto e quelli del sollevamento delle corde, resta la domanda di come fosse mossa la barra terminante a mezza luna, che troviamo in quasi tutti i disegni analizzati. Non potendo essere mossa dalle braccia, trovandosi queste verosimilmente all'altezza della tastiera, resta come unica soluzione quella di pensare che la barra fosse azionata dal piede o dalla gamba del suonatore, cosa che spiegherebbe la robusta struttura di ancoraggio al corpo — studiata da Leonardo negli schizzi in basso del f. 93 r — e non negherebbe un teorico utilizzo anche camminando. Nel f. 568 r (213 v-a) (fig. 29) del Codice Atlantico, vediamo uno scorcio della «viola» con il sistema motore dell'archetto analogo a quello del f. 93 r, ma questa volta i crini non percorrono tutte le pulegge del congegno; sono ridotti a una cinghia che scorre perpendicolarmente alle corde, ricevendo il movimento alternato dagli assi di due cilindri del sistema del f. 93 r. Unica variante sostanziale, rispetto ai precedenti disegni, è rappresentata dalla barra di movimento, che ha una posizione strana, tanto da destare molti dubbi sul suo possibile movimento e sospetti su quando e perchè è stata disegnata. Per la prima volta, Leonardo in questo foglio dimensiona la «viola a tasti»: $\frac{1}{3}$ di braccio per la zona pulegge-tastiera, 14 onces per la cassa armonica un totale di circa 60-70 cm di ingombro verticale.

Ben altre dimensioni avrebbe avuto lo strumento disegnato da Leonardo nel f. 586 r (218 r-c) sempre dello stesso codice (fig. 30); i disegni, a livello molto teorico, sono appunti di idee su un possibile strumento a tastiera simile a un clavicembalo, le cui corde dovevano

Fig. 27 – Ricostruzione del sistema di guida delle corde del f. 93 r del Codice Atlantico.



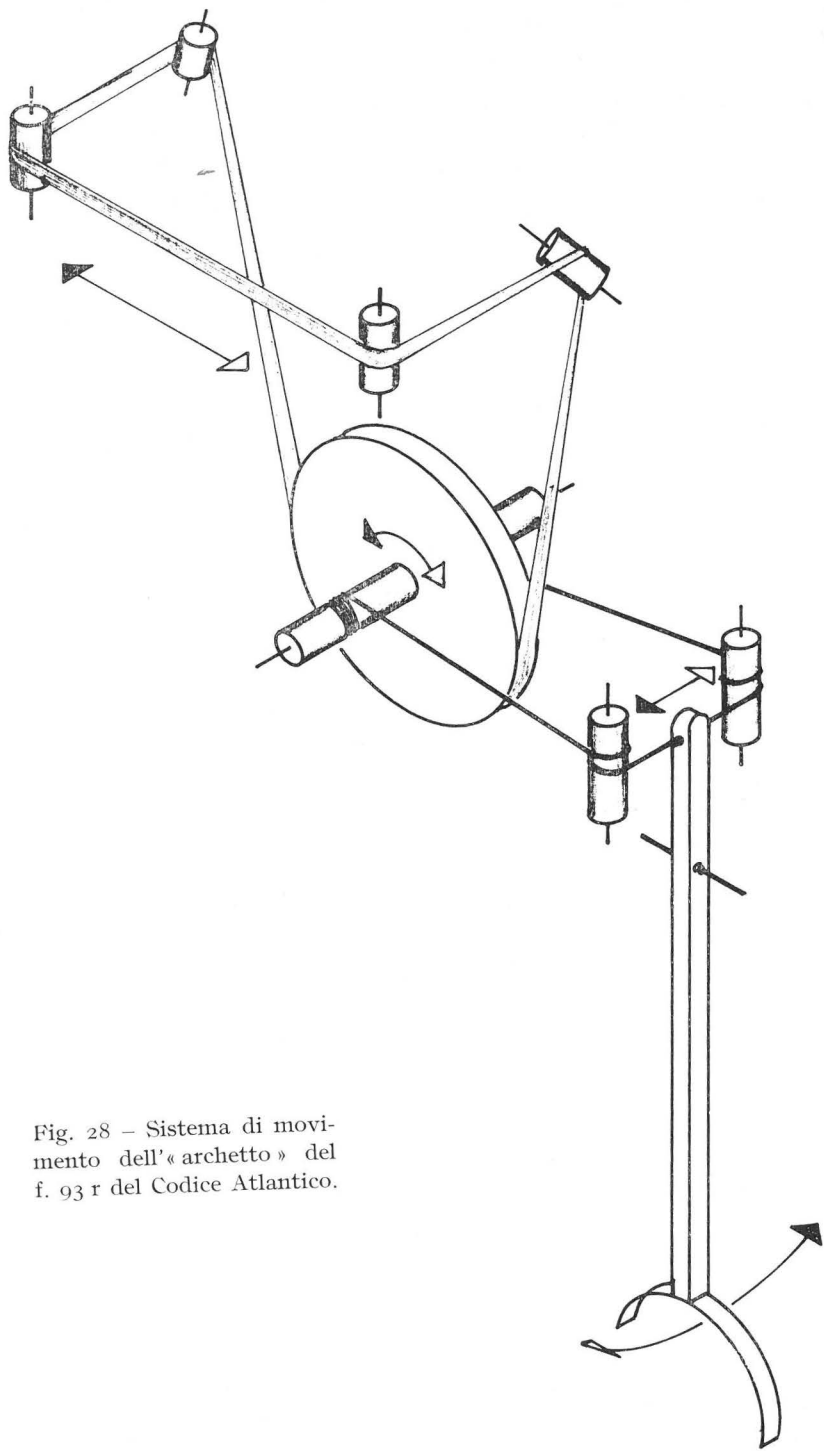


Fig. 28 - Sistema di movimento dell'« archetto » del f. 93 r del Codice Atlantico.

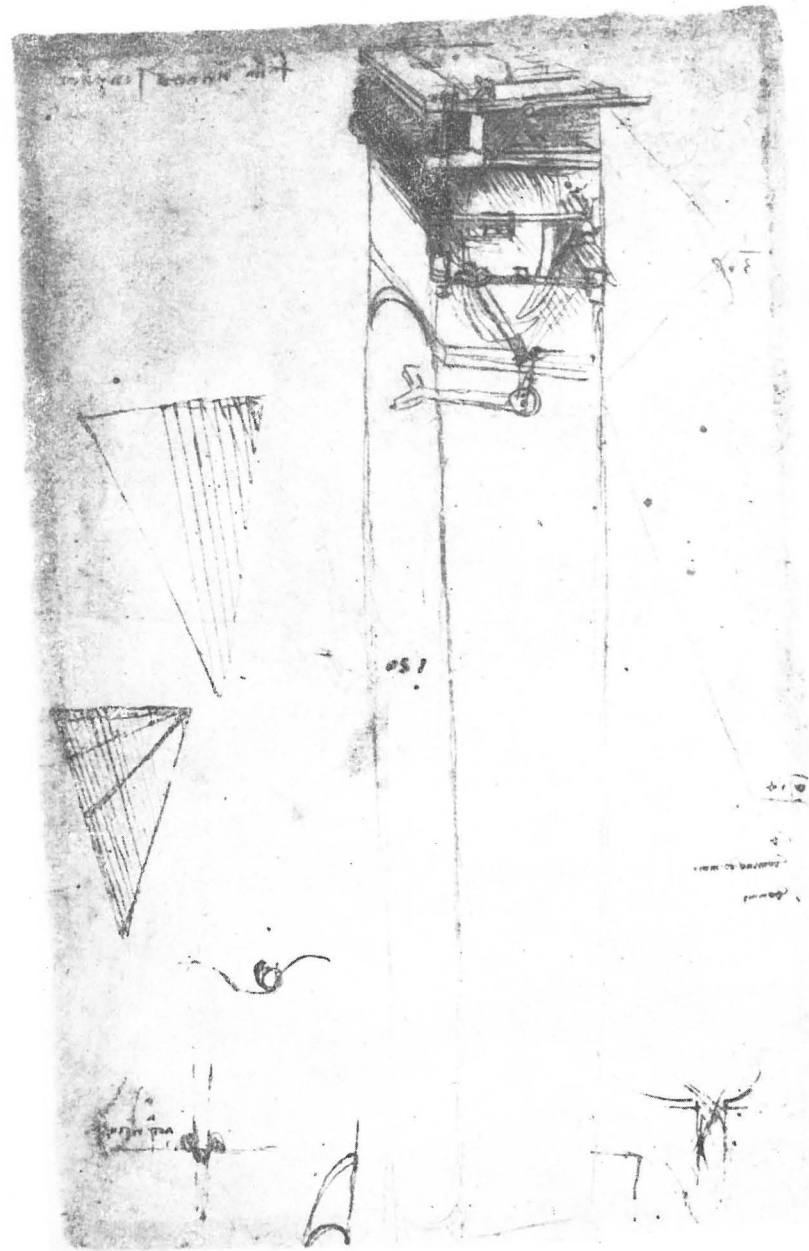


Fig. 29 - Codice Atlantico, f. 568 r.

essere messe in vibrazione da un sistema analogo a quello degli strumenti ad arco. Questo presupposto di base è schematizzato da Leonardo nei primi due disegni in alto, dove l'archetto, ben definito sopra le corde del secondo, dovrebbe rappresentare un concetto più che un utilizzo pratico. Ben marcati sono alcuni particolari che denotano il tentativo di Leonardo di risolvere i precisi scopi che si propone. Le corde sono doppie, come era usuale negli strumenti a corde pizzicate, ed una tastiera è accennata, anche se rappresentata da un solo tasto. La datazione di questo foglio, 500-505, lascia presupporre che Leonardo avesse ben chiari i problemi costruttivi di un tale strumento, già risolti anche se in forma ridotta, negli studi per la «viola a tasti» di alcuni anni precedenti. Solo questa supposizione ci permette di formulare un'ipotesi di ricostruzione (fig. 31) del sistema di sollevamento delle corde, basato sempre sul concetto di farle ruotare su una superficie conica, ma lascia comunque molti interrogativi sull'esatta interpretazione dell'intero foglio. Negli schizzi più in basso si vedono altri tentativi di graficizzare le idee su tale strumento. Al centro una tastiera che comanda una serie di corde, tese su un piano presumibilmente concavo, e una ruota che dovrebbe eccitarle ruotando. Sotto ancora due altri tentativi appena abbozzati: uno dichiarato «falso» e barrato, l'altro in basso «buono»; ma anche la parola «buono» è biffata. Non abbiamo altri disegni di Leonardo che si riferiscono a questo secondo tipo di «viola» e dobbiamo solo immaginare la possibilità che nei manoscritti perduti sia stato portato ad un grado di fattibilità come la «viola a tasti».

Il f. 50 v del manoscritto B (fig. 32), a cui ho accennato precedentemente, è stato lasciato per ultimo essendo, a mio avviso, un accessorio più probabilmente pensato per questa ipotetica «viola organista» non portatile, disegnata nel f. 586 r del Codice Atlantico. Sia il disegno che il testo non sono di chiara interpretazione: «questo e il moto dello archetto della viola organista e se farai le crene della rota de 2 tempi che siano minori l'una quantità de denti che l'altra e che non si scontrino insieme chome apare in *a b* sarà all'archetto uno equale movimento se non e andra a scosse esse fari a mio modo la rochetta *F* sempre andera equale». È chiaro l'utilizzo del «tempo», il meccanismo a verga e bilancieri degli orologi meccanici più antichi, utilizzato per rendere costante, se pure a scatti, il movimento della

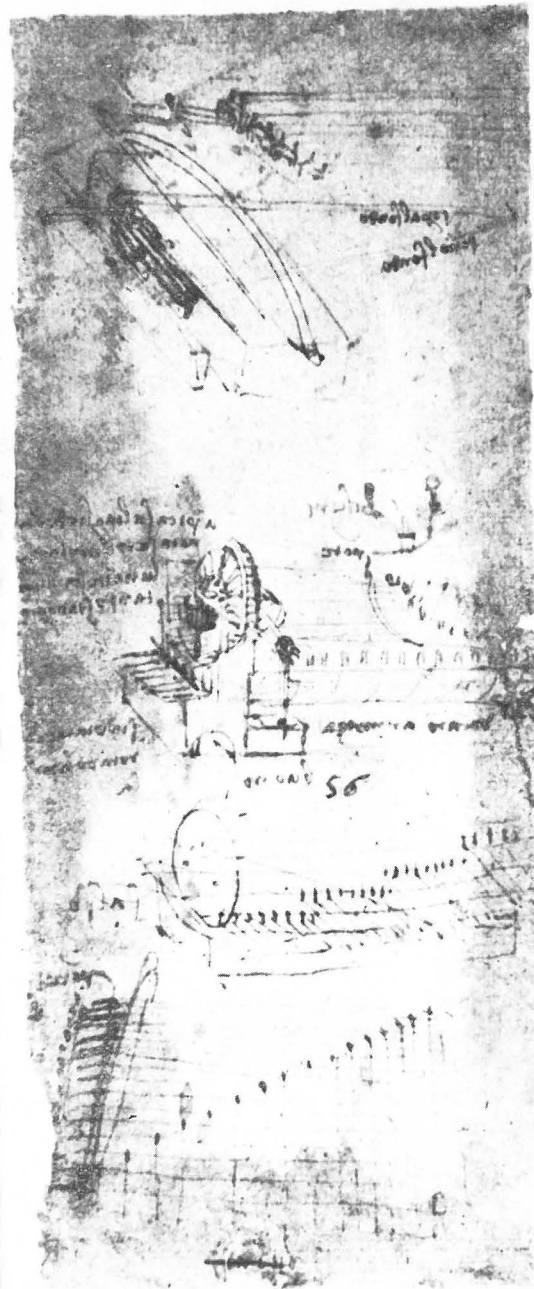


Fig. 30 – Codice Atlantico, f. 586 r.

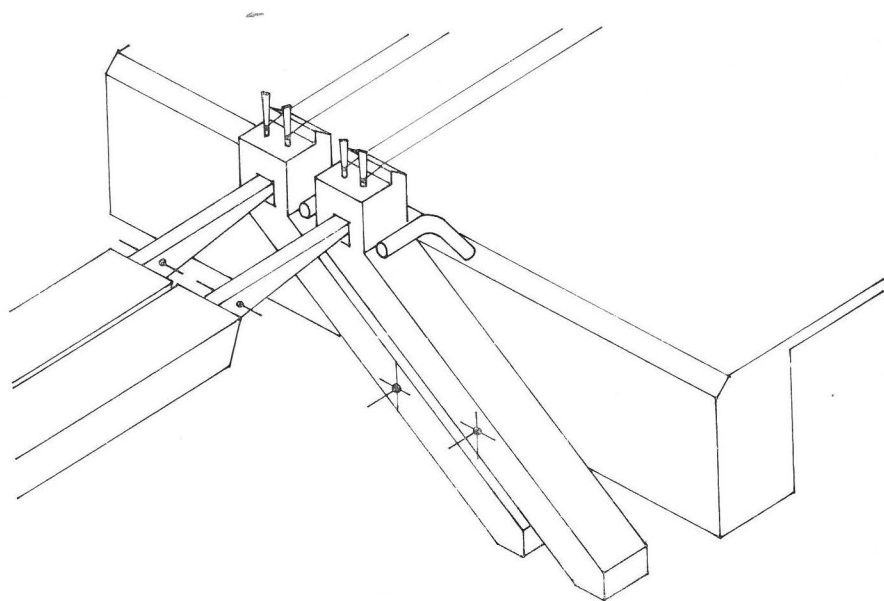


Fig. 31 - Ricostruzione ipotetica del sistema del sollevamento delle corde del f. 586 r del Codice Atlantico.

ruota a corona sul cui asse era avvolta la corda del peso-motore dell'orologio. È anche chiaro che Leonardo usa due « tempi » ai lati di una doppia ruota a corona, e sono due verghe classiche con due palette ciascuna, sebbene Winternitz ne veda solo una per ogni verga ⁽¹⁷⁾. Non è chiaro il sistema a « fuso » collegato alla ruota a corona; infatti sull'asse di questa vediamo una ruota e un pignone che sono in diretto contatto rispettivamente con un'altro pignone e un'altra ruota su un medesimo asse, quest'ultimo collegato ad un « fuso » a cui è applicato un non meglio identificato cilindro. Una delle due ruote, o uno dei due pignoni, è sovrabbondante e dal tratteggio sovrapposto sembrerebbe che la ruota superiore sia stata cancellata. Il piccolo

⁽¹⁷⁾ E. WINTERNITZ, *op. cit.*

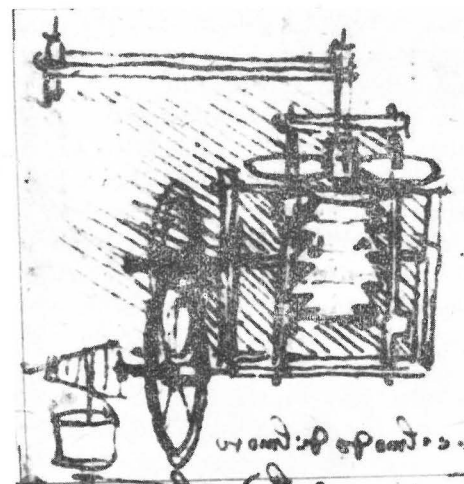


Fig. 32 - Codice B, f. 50 v.

cilindro potrebbe essere un peso, ma l'applicazione di un peso ad un fuso non è usuale; nel f. 85 r del Codice Madrid I, Leonardo studia il modo di compensare la potenza decrescente della molla, applicandola sulla superficie di un cono, quindi l'utilizzo di un « fuso » presupporrebbe anche quello di una molla. Nel suo studio sulla « viola organista », Winternitz ⁽¹⁸⁾ ritiene che il piccolo cilindro sia una molla che mette in movimento il congegno auto-regolatore e propulsore del « moto dell'archetto ». Non ritengo assolutamente possibile questa interpretazione del disegno. Se la forza propulsiva venisse dal « fuso », mosso o no da una molla, avremmo un incremento di velocità di rotazione, dall'asse del fuso a quello della « rochetta », troppo alto, con un conseguente decremento di potenza che, anche escludendo gli inevitabili attriti, non permetterebbe all'archetto di muoversi. Lo stesso utilizzo di verghe a palette non sarebbe il sistema migliore per il trasferimento di una rotazione da un asse a un altro perpendicolare al primo. È più probabile che l'« archetto » sia messo in movimento,

⁽¹⁸⁾ *Ibid.*

sempre alternatō, da uno dei sistemi visti precedentemente, ed il congegno, sfruttando il sistema della doppia verga che si muove alternativamente su due dentature sfalsate, agisca da regolatore degli scatti indesiderati che potrebbe avere l'archetto, opponendo a questi una resistenza data dal peso o dalla molla. Ritengo, tuttavia, che se pure realizzato seguendo le indicazioni di Leonardo, il congegno non avrebbe facilmente funzionato; lo stesso ideatore sembra correggerlo e aggiungere particolari, per poi abbandonare i dettagli costruttivi, mantenendo solo il concetto e lasciando l'idea nei suoi appunti, per ritornarvi forse quando si presenterà la necessità di una realizzazione pratica.

MAURO CARPICECI

LA RIPETIZIONE DELLA ESPERIENZA NELLA STORIOGRAFIA DELLA SCIENZA

All'Istituto di Storia della Medicina della Università di Milano, i miei collaboratori ed io pratichiamo da oltre un ventennio, a scopo storiografico, la ripetizione degli esperimenti e delle osservazioni di antichi autori: e i risultati che abbiamo così raccolto, mi sembrano particolarmente adatti per dimostrare che questo metodo, sempre fruttuoso, è alcune volte indispensabile per evitare di cadere in errori, anche grossolani.

Nella presente nota mi limiterò a segnalare i nostri contributi, rinviando ai lavori originali, dato che la loro comprensione diviene non soltanto possibile, ma addirittura immediata, consultando il corredo iconografico da noi pubblicato.

Oltre a questa segnalazione, e alla relativa bibliografia, indugerò su qualche caso particolarmente adatto per sottolineare il significato di questo metodo, che rientra sostanzialmente in quel lavoro di ricostruzione di mentalità e ambienti oggi superati che è compito imprescindibile dello storico. Quando ci accingiamo allo studio o alla ricostruzione del pensiero di un autore, l'analisi dei suoi scritti non può ovviamente prescindere dal quadro generale della cultura del suo tempo. Se poi sono descritti osservazioni ed esperimenti altrettanto lontani, per impostazione e tecnica, dalle nostre consuetudini e dalla nostra mentalità, quanto il clima culturale nel quale l'autore è vissuto, la migliore, e talvolta l'unica, via per poter arrivare a una precisa interpretazione del testo in esame consiste nel ripetere gli esperimenti nelle medesime condizioni in cui furono originariamente eseguiti. Il lavoro è indubbiamente faticoso e lungo, soprattutto nei casi in cui i risultati non sono immediati, ma si ottengono soltanto dopo una serie di pazienti tentativi.

Gli esempi che ora signaleremo, rientrano sostanzialmente in un