

PREMESSA:

Il riferimento principali di questo scritto, è nei confronti dei liuti rinascimentali e barocchi, essendo un sistema di calcolo estrapolato da diverse informazioni organologiche storiche, tratte da "L' harmonie Universelle" di Marin Mersenne ed elaborate dal prof. Tullio Pigoli proprio per il calcolo e la riproduzione di tali strumenti.

Essendo una buona parte degli strumenti a pizzico o plectro una discendenza degli stessi liuti, tali proporzioni, debitamente adattate, possono essere tranquillamente utilizzate per il calcolo e la tracciatura di strumenti anche distanti dai vecchi liuti per i quali è nato questo sistema in origine.

La preventiva lettura di questo testo, permetterà la comprensione e l'utilizzo dei fogli di calcolo relativi essendo le basi di partenza identiche a quelle dei liuti.

INTRODUZIONE :

Saranno da considerare alcuni concetti fisico-acustici, in partenza, poiché senza di essi sarebbe alquanto ardua la comprensione della tracciatura prima, e dell' esecuzione materiale poi dello strumento in esame. Comunque in ogni ambito della tracciatura avremo a che fare con formule fisiche e matematiche di ogni genere. Formule e calcoli non scaturiscono sicuramente da una fervida fantasia, ma sono il frutto di ragionamenti che in realtà costituiscono le basi stesse della tracciatura e, di conseguenza, la costruzione.

Nella fisica esistono diverse "branchie", anche se al nostro scopo ne occorreranno solo alcune:

MECCANICA: - STATICA : sistemi in equilibrio.
- DINAMICA : moti armonici e non.
- CINEMATICA : massa e peso.



ACUSTICA: - Tutti i fenomeni in qualche modo relazionati alla
corda vibrante.
- fenomeni legati al Volume.

LA TRACCIATURA :

Il metodo basato sull' uso degli archi di circonferenza risulta approssimativo, è quindi più sicuro e preciso l' utilizzo di archi parabolici e quindi l' uso di curve geometriche. Tra queste ultime quelle che maggiormente ci soddisfano sono le curve geometriche derivate dal cono.

L' iperbole viene per esempio usato per la tracciatura del riccio del violino. Con gli archi di parabola si possono realizzare diverse cose:

- per i liuti vengono usate per la tracciatura della cassa , della tavola armonica , profilo della cassa o sesta e la sua sezione quando non ha andamento semicircolare.
- per mandolini e strumenti affini in pratica vale lo stesso discorso come per i liuti con in più l'uso dello stesso sistema per la tracciatura del manico (almeno la parte terminante con l'innesto nella cassa).

CURVE PARABOLICHE O ARCHI DI PARABOLA.

Per ricavare un arco di parabola , data 2 segmenti a caso e formanti un angolo, si procederà successivamente alla loro suddivisione in parti uguali per lo stesso numero divisore su ambo i segmenti. Dopo aver numerato da ambo le parti le suddivisioni si procederà alla loro unione mediante delle rette sino all'esclusione di ogni coppia numerica, 1 con 1; 2 con 2 , ecc. Alla fine si otterrà l'inviluppo automatico dell'arco di parabola corrispondente a quell' angolo. Ovviamente con più suddivisioni si avranno tanto più preciso sarà il nostro arco.

N.B. SI CONSIGLIA IN OGNI CASO DI DIVIDERE SEMPRE LE RETTE PER UN NUMERO DISPARI.

APPLICAZIONI EFFETTIVE.

Premessa:

Il liuto pre-rinascimentale aveva un guscio con andamento (sezione) semicircolare. I liuti rinascimentali e barocchi, al contrario, difficilmente recavano tale tipo di sezione, essendo di dimensione, a volte, anche di molto superiori a quello pre-rinascimentale di Arnault De Zwolle. La schiacciatura della cassa non era una semplice questione di funzionalità, a vi era una ragione fisico-acustica ben più importante e cioè serviva ad aumentare il volume della cassa con il conseguente aumento di risonanza.

- Il guscio tondo é dovuto al tracciamento su 180° della metà della larghezza massima della tavola armonica.
- Il guscio schiacciato é costituito da 2 archi di parabola costruite con 4 segmenti che avranno come misura la metà della larghezza massima della tavola armonica e posti fra loro a 90°. Per i mandolini ed i liuti a manico lungo é lo stesso con in più un aggiunta che vedremo più avanti.

LA SCALA CROMATICA E IL TEMPERAMENTO EQUABILE.

Il temperamento equabile é una regola matematica approntata da J. S. Bach per stabilire matematicamente (quindi equamente) una costante di incremento tra una frequenza di partenza e la sua successiva, appunto. L' orecchio umano é infatti sensibile ai suoni, ma, più che ad essi stessi, al loro incremento o decremento chiaramente entro certi limiti.

Tale estensione parte da circa 30 Hz sino ad arrivare a circa 5000 Hz. Al di sotto dei 30 Hz avremo delle frequenze chiamate infrasuoni mentre quando supereranno i 5000 Hz queste frequenze saranno chiamate ultrasuoni. In ambo i casi pero il nostro orecchio non percepirà più queste frequenze come suoni ma come rumori o disturbi.

Parlando di incrementi matematici, la scala cromatica (composta da toni e semitoni) dimostra la veridicità di cui sopra: infatti in questa scala non solo esiste un incremento continuo ma lo stesso é pure regolare: infatti il semitono come incremento corrisponde all' incirca al 6 % rispetto la frequenza sua precedente. Per nota invece s'intende un gruppo di suoni compreso tra una frequenza ed una altra.

$$\begin{aligned} f &= 100 \text{ Hz} + 6 \% = f_1 = 106 \text{ Hz} = f_2 && \text{ecc.} \\ &\downarrow \\ f + K &= f_1 + K = f_2 + K = f_3 && \text{ecc.} \\ &\downarrow \\ K &= \text{COSTANTE DI INCREMENTO PERCENTUALE (EQUABILE)} \end{aligned}$$

Continuando con lo schema qui sopra arriveremo al dodicesimo e si potrà notare con grande facilità che la frequenza allora sarà il doppio esatto di quella di partenza, ottenendo così l' ottava superiore.

$$K^{12} = 2 \cdot f \quad \rightarrow \quad f^{12} = 2 \cdot f$$

K sarà quindi il rapporto tra una frequenza e la sua precedente.

$$K = \sqrt[12]{2} = K = 1,059463094 \text{ Arr.} \quad \rightarrow \quad = \underline{1,0594631}$$

IL DIAPASON.

Attualmente questo nome viene utilizzato per definire quella sorta di "forchetta" metallica usata per accordare gli strumenti a corda, sia a pizzico che ad arco. Normalmente il suono che ne scaturisce, privo di armonici, di tutti gli armonici, quindi puro, è una frequenza corrispondente a 440 Hz, corrispondente al LA. Questa nota fu scelta internazionalmente quale riferimento per l'intonazione degli strumenti. Nel nostro caso il nome DIAPASON sta ad indicare la lunghezza della corda vibrante, cioè quella porzione di corda tesa ed in equilibrio compresa tra il ponticello ed il capotasto dello strumento.

TASTATURA.

Riacciandoci quindi al discorso precedente, ciò significa che se divideremo il diapason per la costante K , troveremo quella porzione di corda compresa tra il ponticello ed il PRIMO tasto. Dividendo il risultato appena ottenuto per la stessa costante K, otterremo la porzione di corda compresa tra il ponticello ed il SECONDO tasto. Così via, ripetendo questa operazione per un numero di volte sufficiente alla quantità di tasti desiderati. Nota: Per chi intendesse accingersi nel calcolo di uno strumento o approntare un foglio di calcolo su computer, è bene che imposti lo schema (tabella) considerando un calcolo su 3 ottave complete. Anche se non tutti i risultati varranno come tasti, spesso coi tasti in esubero si ottengono misure che possono tornare utili durante la tracciatura, come ad esempio dove cadrà la fine della tastiera sulla tavola, in modo che sia in armonia col resto dello strumento anch'esso e non una misura messa lì a caso. Nella liuteria la casualità non esiste!!! E' bene rammentarselo.

DIAPASON - CASSA E DIAPASON - MANICO.

Per DIAPASON CASSA e DIAPASON MANICO, s' intendono, come da nome stesso, le rispettive parti di corda restanti appunto da una parte sul manico e dall' altra sulla cassa dello strumento. Il punto di "giunzione" viene chiamato INNESTO. Lo stesso punto (innesto) ci servirà anche per calcolare la quantità di tasti che si vorranno trovare sul manico stesso. Questa quantità varia da strumento a strumento, così come pure varierà la QUALITÀ' degli stessi: numericamente si parte da un minimo di 9 tasti o legacci (liuto) sino ad arrivare ai 20 circa di strumenti come il Saz turco (da noi conosciuta anche come CHITARRA SARACENA).

Quanto alla qualità, anticamente si potevano trovare corde in seta, minugia (budello), ottone o bronzo; attualmente, oltre quelle già citate, se ne trovano anche in acciaio , catgut (filo da sutura medico o simile);rivestite con metallo prezioso (Ag), in nylon ed in perlon. Inoltre i tasti potevano essere impiantati con due sistemi: uno fisso e uno mobile. I tasti fissi, chiamati anche FRETS,sono regolarmente in uso odiernamente; quelli mobili, chiamati legacci perché formati da una cordicella di budello legata attorno al manico,sono molto meno utilizzati oggi. Infatti la loro peculiarità principale consiste appunto nel poterli spostare avanti o indietro sulla tastiera per meglio intonare lo strumento alle esigenze esecutive. Oggi, dopo aver concordato unanimemente una frequenza di riferimento internazionalmente riconosciuta o quasi, tale procedura è di fatto spesso inutile per la maggior parte degli strumenti a pizzico. Anticamente, spesso il diapason variava anche di molto di paese in paese, quindi per poter eseguire delle musiche itinerando, bisognava che lo strumento potesse essere adattato alle diverse intonazioni, da qui i legacci mobili, in molti paesi ancora usati (un esempio evidente di ciò è rappresentato dal Sitar indiano, che monta dei cavalletti mobili). Nei liuti moderni vengono ancora usati i lacci più per dovere di originalità che non per bisogno vero e proprio; infatti, anche se poco "imparentati", il mandolino è montato con frets, così come pure il bouzouki, il baglams ed altri strumenti simili. Il liuto cretese reca ancora legacci invece, poiché è spesso suonato con la lira cretese, costruita spesso e volentieri empiricamente, non accordabile entro parametri classici a volte, è così il liuto cretese a doversi adattare appunto modificando le distanze tra i legacci.

ESEMPIO :

Si vuole costruire un liuto Discanto, avente un diapason di 520 mm e 9 lacci sul manico. Determinare D. Cassa; D. Manico e innesto del manico.

$$\text{DIAPASON} = 520 \text{ mm} \qquad \text{INNESTO SUL IX}^\circ \text{ TASTO} = K^9 = 1,68$$

$$\text{Quindi} \quad \text{mm } 520 : 1,68 = 309,5238 \rightarrow \text{arr.} \rightarrow \underline{309 \text{ mm}} = \underline{\text{DIAPASON - CASSA}}$$

$$\text{mm } 520 - \text{mm } 309 = \text{mm } 211 = \underline{\text{DIAPASON - MANICO}}$$

TABELLA DELLE COSTANTI

K^9	K^{10}	K^{11}	K^{12}	K^{13}	K^{14}	K^{15}	K^{16}	K^{17}	K^{18}
1.68	1.78	1.88	2	2.11	2.24	2.38	2.52	2.67	2.82
K^{19}	K^{20}	K^{21}	K^{22}	K^{23}	K^{24}				
2.99	3.17	3.36	3.56	3.77	4				

TABELLA SULLA DENSITA' DEGLI ELEMENTI:

Materiale:	Acciaio armonico	Budello o minugia	Nylon	Perlon	Seta
Coefficiente:	0.780	0.49	0.11	0.121	0.145

CALCOLO O FUNZIONE PER STABILIRE IL DIAMETRO DELLE CORDE:

Minugia o Budello: Per la fabbricazione delle corde di minugia, venivano attorcigliate su se stesse o ad altre delle striscioline di sezione quadrata, di budello di pecora, capra, o altri animali, successivamente venivano essiccate. Onde poter stabilire la FREQUENZA DELLA CORDA VIBRANTE, bisognerà fare capo ad alcune leggi quantitative sulle corde vibranti.

Spiegazione dei segni :

f = frequenza **D** = diametro **l** = lunghezza **F** = forza di tensione in Kg

d = densità del materiale in questione (tabelle su densità degli elementi) → massa per unità di volume

Come forza di tensione massima, nei liuti, avremo al massimo 3 Kg; nelle chitarre con corde metalliche $F = \max. 6$ Kg; nel violino con corde metalliche $F = 8.5 / 9$ Kg mentre per le corde di minugia $F = 6.5 / 7$ Kg.

Ecco allora la formula di calcolo:

$$f = \frac{1}{D \cdot l} \cdot \sqrt{\frac{F}{\pi \cdot d}} \quad \rightarrow \quad f = \frac{1}{D \cdot l} \cdot \sqrt{F} \cdot \frac{1}{\pi \cdot d} \quad \rightarrow \quad \frac{\sqrt{1}}{\sqrt{\pi \cdot d}} = 0.49$$

$$\Downarrow$$

$$D = \frac{1}{f \cdot l} \cdot 0.49 \cdot \sqrt{F} \quad \Rightarrow \quad D = \frac{0.49}{f \cdot l} \cdot \sqrt{F}$$

CALCOLI D'INGOMBRO PER STABILIRE LA DIMENSIONE DEL PONTICELLO :

Normalmente, nei liuti, venivano montate le corde a coro, ovvero in coppia oppure a coro triplo, accordate all'unisono ed in alcuni casi all'ottava. Pure la quantità di cori poteva variare, anche di molto, andando da un minimo di 6 cori sino anche a 13 cori, sebbene diversi avessero funzione di "bordone" e quindi non tastabili. Anche il tipo di accordatura contribuisce importanza al tutto; infatti per intervallo s'intende la distanza esistente tra la nota (frequenza) più acuta e quella più grave trovata immediatamente dopo. Esempio:

RE ← IV → LA ← IV → MI ← III → DO
DO ← IV → SOL ← IV → RE ← II → DO

Se la corda più sottile (cantino), in un liuto, corrisponde ad un RE, la sua prima successiva sarà il LA, che si trova una IV.a sotto. Dopo il LA, sempre una IV.a sotto, troveremo il MI. Dopo il MI, questa volta una III.a sotto, troveremo il DO. Poi, di nuovo ad una IV.a di distanza, troveremo il SOL; e quindi ancora (sempre una IV.a sotto) il RE. Così avremo le 6 corde o cori tastabili. Altre corde aggiunte a mo' di bordone sono accordate in senso discendente per seconde. Quindi si dirà che lo strumento è accordato per QUARTE. I bordoni saranno sempre accordati per seconde discendenti rispetto alla frequenza tastabile più bassa.

Quindi ricapitolando lo schema di intervalli è il seguente, partendo sempre dal cantino:

IV.a – IV.a – III.a – IV.a – IV.a – II.a

Stabilita questa premessa, si può passare al calcolo d'ingombro vero e proprio, coadiuvati sempre da uno specchietto grafico per maggiore perizia e per evitare doppioni di dati da imputare:

I° coro : RE = 1 corda = \emptyset mm 0.37

II° coro: LA = 2 corde = \emptyset mm 0.50 x 2 = mm 1.00

III° coro: MI = 2 corde = \emptyset mm 0.67 x 2 = mm 1.34

IV° coro: DO = 2 corde = \emptyset mm 0.85 x 2 = mm 1.70

V° coro: SOL = 2 corde = \emptyset mm 1.13 x 2 = mm 2.26

VI° coro: RE = 2 corde = \emptyset mm 1.51 x 2 = mm 3.02

VII° coro: DO = 2 corde = \emptyset mm 1.70 x 2 = mm 3.40

Ingombro corde : mm 13.09

INGOMBRI CORDA - CORDA E CORO - CORO :

Distanza corda - corda = mm 2.5 - 3

Distanza coro - coro = mm 7.5 - 9

Quindi avremo 6 x mm 2.5 = mm 15 distanza corda - corda ⇒ 6 x mm 8 = mm 48

Ancora vanno calcolati i bordini, che mediamente sono di circa 6 mm per parte. Ora si può finalmente procedere al calcolo di ingombro definitivo:

ingombro corde :	mm 13.09
corda - corda :	mm 15.00
coro - coro :	mm 48.00
bordini :	<u>mm 12.00</u>
ing. tot :	mm 88.09

Ecco quindi la larghezza del ponticello, o meglio del suo ossicino. Il capotasto é di fatto già trovato in quanto corrisponderà ai 2/3 del ponticello.

$$\frac{2}{3} \bullet 88.09 \text{ mm} = \text{mm } 58.73333 \quad \rightarrow \quad \text{arr. mm } 59$$

A questo livello, l'ultima larghezza da trovare é quella dell'innesto del manico nella cassa . Esistono 2 sistemi: grafico e matematico. Il primo impone la tracciatura in scala 1 : 1 della tastiera e della sua tavola armonica; la seconda sfrutta le proprietà dell'uguaglianza (equazione) e che garantisce i risultati più precisi:

In un ipotetico triangolo rettangolo avremmo i seguenti angoli :

$$A \neq B ; C ; D ; E \quad \rightarrow \quad E = B \quad \rightarrow \quad D = C$$

↓

$$AB : AD = AC : AE$$

Impostazione dell' uguaglianza e spiegazione dei segni :

Diapason : differenza* = D. manico : X Diapason = lunghezza corda vibrante

differenza = scarto ottenuto con diff. tra ponte e
c.tasto

D. Manico = parte della corda vibrante sita sul
manico

X = incognita ; sommata al valore del c.tasto ci
darà la larghezza del manico all' innesto.

* Per differenza qui si intende il risultato ottenuto sottraendo la larghezza del capotasto a quella del ponticello.

ESEMPIO :

Differenza : ponte mm 88.1 - c.tasto mm 59 = **29.1**

$$\text{Equazione : mm } 520 : 29.1 = 211 : X \Rightarrow X = \frac{211 \bullet 29.1}{520} \Rightarrow X = 11.8$$

LARGHEZZA INNESTO : mm 59 + 11.8 = mm 70.8 \Rightarrow **arr. mm 71**

SUDDIVISIONE EQUA DELLE CORDE AL CAPOTASTO :

Avendo posto come condizione iniziale la equa ripartizione delle corde sul ponticello , in conseguenza , si dovrà agire allo stesso modo per ciò che riguarda il capotasto , essendo lo stesso in proporzione rispetto al ponticello appunto . Occorrerà perciò trovare un rapporto che ci consenta di rispettare tale equità . Terremo così in considerazione solo le seguenti misure inizialmente:

larghezza capotasto :	mm 59
ingombro corde :	mm 13.09
larghezza ponticello :	mm 88.1

Si procede allora al calcolo di tale rapporto che verrà utilizzato a tempo debito.

$$\text{al capotasto : mm 59 - mm 13.1 = mm 45.9}$$

$$\text{al ponticello : mm 88.1 - mm 13.1 = mm 75} \quad \Rightarrow \quad \text{RAPPORTO : } \frac{75}{45.9} = 1.63$$

Va ricordato che tutte le misure trovate orizzontalmente sul ponticello andranno divise per il rapporto di cui sopra.

$$\text{Allora : bordini = mm 12 : 1.63 = mm 7.36}$$

$$\text{corda - corda = mm 15 : 1.63 = mm 9.2}$$

$$\text{coro - coro = mm 48 : 1.63 = mm 29.44} \quad \Rightarrow \quad \text{TOTALE : mm 46}$$

Per gli strumenti a guscio moderni, vanno valutate delle varianti che andremo via via scoprendo. Ci sono tuttavia delle premesse da fare. La prima è che negli strumenti a guscio (liuti a parte) difficilmente si troveranno molte corde con \varnothing superiore ai 15/10 di mm (1.5 mm). La seconda riguarda gli scarti tra corde e cori; tra corda e corda si potrà togliere $\frac{1}{2}$ mm, mentre tra coro e coro la distanza andrà aumentando rispetto agli 8 mm del liuto. Si potrà tranquillamente calcolare uno spazio compreso tra mm 9.5 e 11 mm. La distanza corda - corda potrà invece essere ridotta appunto perché montando corde in acciaio, queste vibrando creano meno pancia rispetto al nylon o alla minugia. Tra coro e coro invece si può aumentare per il fatto che nel 90 % dei casi lo strumento viene suonato per mezzo di un plettro e cori troppo stretti fra loro potranno solo ingarbugliare il musicista nell'esecuzione di pezzi. Non da ultimo il fatto che molti di questi strumenti vengono elettrificati con l'apposizione di pick-up ad avvolgimento o piezoelettrici che se messi troppo ravvicinati creano induttanze acusticamente molto fastidiose e sicuramente percettibili.

GLI SPESSORI DEL MANICO:

Il calcolo va sempre effettuato partendo dalla parte di manico posta vicino all'innesto, cioè la più spessa e che è sempre pari a **7/100** della **Lunghezza della Tavola** nei liuti. Mentre lo spessore del manico all'innesto nel cavigliere sarà sempre pari a **8/10** dello spessore **del manico all'innesto nella cassa**. Per alcuni strumenti a manico lungo attuali, come il bouzouki, alcuni tipi di saz, bassi e chitarre elettriche, hanno necessità differenti rispetto ai liuti antichi ed a manico corto.

La maggior parte di questi strumenti ha funzione di solista (soprattutto bouzouki e saz) ed un manico che, essendo più lungo di un comune liuto, ha necessità di essere "registrato" per mezzo di una vite interna al manico stesso che ne permette l'adattamento perfetto dell'altezza delle corde sulla tastiera anche con variazioni climatiche importanti.

La particolare tecnica esecutiva di questi due strumenti necessita che le falangi delle dita battano a martello sulle corde per permettere il tipico fraseggio musicale di queste musiche. Logicamente il manico dovrà essere il più solido possibile, ma nemmeno tanto ingombrante da impedire pezzi di alto virtuosismo.

Appunti tratti dal corso serale della Regione Lombardia
per Costruttori di Liuti Rinascimentali, su info tecniche
del Prof. Tullio Pigoli, Anni 1986 – 1988
Con inserti personali postumi per altri strumenti a pizzico.



SVILUPPO DELLA CASSA ARMONICA:

Lo sviluppo in sezione della cassa armonica può avere andamento semicircolare oppure andamento schiacciato in modo da creare maggiore volume acustico. In ambo i casi la profondità massima è pari alla metà della larghezza max. della tavola armonica. La cassa semitonda avrà uno sviluppo semicircolare della misura appena citata mentre l'altra sarà ottenuta con degli archi di parabola.

Quanto allo sviluppo in verticale o assiale vi sono una serie di calcoli e rapporti da rispettare per renderlo armonico ed in proporzione al manico e al diapason cassa. La tracciatura avviene utilizzando degli archi di parabola opposti tra loro e posti a 90°, in modo da identificare un grosso rettangolo che verrà suddiviso in 4 campi.

La prima dimensione che ci occorre trovare è la lunghezza totale della cassa che è pari a quella della tavola armonica, presa a riferimento. Dal Marin Mérsenne si possono ricavare anche delle proporzioni che venivano utilizzate per la suddivisione del diapason sulla sua lunghezza, ma va considerato che all'epoca il sistema ben temperato era lungi dall'esser adottato e riconosciuto universalmente. Nemmeno esisteva un sistema metrico decimale e quindi le misure di riferimento potevano variare da luogo a luogo. Oggi analizzando con il sistema metrico decimale tali misure, si ottengono dei rapporti matematici che possono apparire strani.

Mérsenne riporta notizia della suddivisione del diapason in 35/35esimi, di cui i 24/35esimi corrispondenti alla lunghezza della tavola armonica. Ma anche calcolando tali rapporti con concetti moderni, si ottengono differenze inferiori o pari al millimetro.

Avendo ora trovato la lunghezza della tavola ci si trova confrontati col primo rapporto da considerare cioè quello della larghezza massima della tavola in rapporto con la sua lunghezza totale. Tale rapporto varia tra 1.4 e 1.6. Rapporti vicini a 1.4 determineranno una forma tondeggiante, mentre i rapporti superiori a 1.5 determineranno una forma piriforme. Questo rapporto è chiamato R.LU/LA oppure più semplicemente R1.

Questa nuova dimensione ci dà l'idea dell'ingombro assiale che avrà la nostra tavola e ci suddivide idealmente la tavola in 4 campi. Inizieremo col considerare i due campi inferiori, immaginando di avere il nostro liuto messo in verticale, quindi l'andamento che vedremo nella parte inferiore della tavola. Per praticità partiremo a dimensionare questi campi partendo dal fondo. Resta da capire dove cadrà il punto di massima larghezza in rapporto all'asse verticale, cioè la mezzaria o la giunta della tavola, cioè l'ubicazione. Si tratta di un rapporto frazionario compreso tra i 5/10 e gli 8/10 della lunghezza della tavola armonica. Questo rapporto è chiamato R.UBI o R2. Otterremo anche la differenza tra la lunghezza della tavola armonica ed il punto di ubicazione della larghezza massima della tavola. Tale misura che per comodità chiameremo R3, ci occorrerà per calcolare il prossimo rapporto.

Passiamo ora ai due campi superiori le cui misure vengono considerate partendo dalla linea d'innesto del manico nella cassa. Dovrà venir considerato anche l'ingombro del manico all'innesto. I punti di aggancio della tastiera sulla tavola (spigoli laterali) la concomitanza dell'inizio discendente del profilo laterale superiore della tavola, a destra e a sinistra, saranno il punto di partenza delle rette che andranno a comporre i 4 archi di parabola superiori. Resta da definire i punti di arrivo, cioè il rapporto superiore, chiamato R.SUP o R4. È anch'esso un rapporto frazionario che varia tra 4/8 ed i 6/8 di R3.

GLI ZOCCHETTI D'INNESTO E FONDO CASSA:

Lo zocchetto maggiore, cioè posto all'innesto del manico sarà sempre pari ad **1/15** della **lunghezza della tavola armonica**. Lo zocchetto inferiore, posto a fondo-cassa, sarà invece pari ai **2/5** dello **zocchetto superiore**.

I 2 SISTEMI DI CATENATURA.

SISTEMA 1: DIVISIONE X 9:

Va premesso che i due sistemi sono menzionati da Marin Mersenne nei suoi trattati scritti tra il 1630 ed il 1635. Sono infatti i liuti e le chitarre gli strumenti a montare il maggior numero di catene in rapporto alla loro grandezza.

Nel primo sistema si dividerà per 9 la lunghezza massima della tavola armonica dedotti gli spessori degli zocchetti. Contando dal fondo-cassa, sulla 5.a suddivisione perpendicolare alla mezzaria (giunta della tavola) tratteremo una retta perpendicolare alla mezzaria stessa. Questa operazione ci dividerà la tavola in due campi: il primo dallo zocchetto inferiore sino alla suddivisione appena praticata chiamato CAMPO A; il secondo - CAMPO B - andrà dalla linea di suddivisione fino allo zocchetto superiore.

L'asse ottenuto nel campo A verrà quindi suddiviso per 7, mentre nel campo B le suddivisioni saranno 5. Nel campo A, numerando progressivamente partendo da fondo-cassa, otterremo delle catene in corrispondenza dei punti 2, 3, 4, 5 e 6. La distanza tra lo zocchetto di fondo ed il punto 2 andrà ora suddivisa per 3: sul primo terzo dal basso troverà posto la catena dei bassi che, dal lato dei toni bassi sarà ricurvata verso l'alto (rosone o foro acustico), mentre dal lato dei toni acuti essa si fermerà alla fine del ponticello.

Nel campo B la suddivisione avverrà partendo dallo zocchetto superiore in direzione del centro tavola. Troveremo delle catene sui punti 1, 2, 4 e 5; mentre sulla suddivisione numero 3 si troverà il centro del rosone o del foro acustico.

Al di sopra di un certo formato, si troveranno anche delle catene secondarie che saranno poste ai lati del rosone e lateralmente alla catena dei bassi in fondo alla tavola, disposte a raggera ed aventi come fuoco il centro rosa.

SISTEMA 2: DIVISIONE PER 8

Come avviene nel sistema precedente, le suddivisione avverranno anche qui assialmente, ma a differenza del primo sistema la suddivisione della lunghezza totale della tavola avviene comprendendo anche gli zocchetti. Partendo da fondo-tavola suddivideremo la lunghezza totale per 8 e troveremo quindi delle catene in corrispondenza dei punti 1, 2, 3, 4, 6, 7 e 8. Sul punto numero 5 troveremo il centro-rosone. Gli spigoli delle catene ai numeri 4 e 6 verranno arretrati di circa 2 mm rispetto al bordo del rosone.

La scelta di uno o l'altro sistema dipende in sostanza dalle dimensioni dello strumento: di regola il secondo sistema veniva utilizzato per i liuti più piccolo, cioè il piccolo liuto all'ottava ed liuto soprano, mentre gli altri liuti venivano suddivisi secondo il primo sistema poiché dava più stabilità allo strumento.

IL ROSONE:

Di regola è intagliato con diversi motivi geometrici regolari o irregolari direttamente nello stesso legno della tavola armonica. In alcuni liuti barocchi (postumi rispetto al sistema di calcolo qui presente) esso è applicato all'interno del foro acustico circolare. Applicato poiché spesso composto da più strati decorati sovrapposti assialmente in modo da formare un disegno geometrico tridimensionale incassato verso l'interno della cassa.

Il raggio del foro acustico è sempre pari ad 1/3 della larghezza massima della cassa. Ciò comporta che, per i liuti di grosso formato (dal Tenore al grosso liuto basso all'ottava), il diametro del foro acustico sarebbe enorme e farebbe perdere stabilità alla tavola armonica. Per questo motivo il diametro viene diviso in 3, in modo da ottenere tre fori posti su di un triangolo equilatero avente il fulcro nel posto esatto dove vi sarebbe il centro di un foro normale.

La distanza delle tre circonferenze andrà così dai 3 ai 5 mm a dipendenza della grandezza dello strumento. Il triangolo avrà uno dei 3 angoli posti sull'asse di mezzaria rivolto verso l'innesto del manico. Ovviamente riporto i due sistemi, considerato ciò che appena scritto.

LA TASTATURA:

Come già premesso, per quanto concerne i liuti rinascimentali e prerinascimentali, la tastiera recava difficilmente dei legacci in numero superiore ai 15 che già erano tanti. L'innesto del manico cadeva sul IX.o tasto mentre i 6 restanti erano dei frets di legno incollati direttamente sulla tastiera e quindi non accordabili come i restanti legacci posti sul manico.

In ogni caso per calcolarne le distanze, veniva ancora una volta considerata la costante K cioè 1.0594631. Si partiva prendendo la misura dal ponticello e si divideva il diapason per la costante K, il risultato trovato era la distanza presente tra il ponticello ed il primo tasto. Dividendo questa prima distanza per la costante nuovamente, si trovava il secondo tasto e così via fino a trovare tutte le misure necessarie per l'apposizione dei legacci o dei frets per altri strumenti, oppure i tasti fissi sulla tavola armonica.

$$\text{Diapason cassa} = 650 \text{ mm} / 1.0594631 =$$

$$\text{I.o tasto} = 613.3518 \text{ mm} / 1.0594631 =$$

$$\text{II.o tasto} = 579.0841 / 1.0594631$$

ecc.

TABELLA DELLE FREQUENZE:

Nella pagina successiva, si trova un'immagine che riassume la gamma di frequenze su diverse ottave, con riferimenti dalla tastiera di un organo a canne, cioè tra le più estese in assoluto, ed i vari strumenti che compongono un'orchestra classica ed anche riportando le voci umane, quindi anche dei liuti a cui facevano riferimento per grandezza, intonazione e tipo di scrittura da eseguire.

Nei calcoli d'ingombro delle corde, viene richiesta anche la frequenza in Hz delle corde stesse, essendoci 6 e più ottave, a volte è difficile trovare un riferimento. Con lo specchietto che segue sarà più semplice sapere quale frequenza corrisponde a che nota.

