

AUTOAGGIORNAMENTO SCUOLA LAVORO

Ultime modifiche: domenica, 17 maggio 2009,

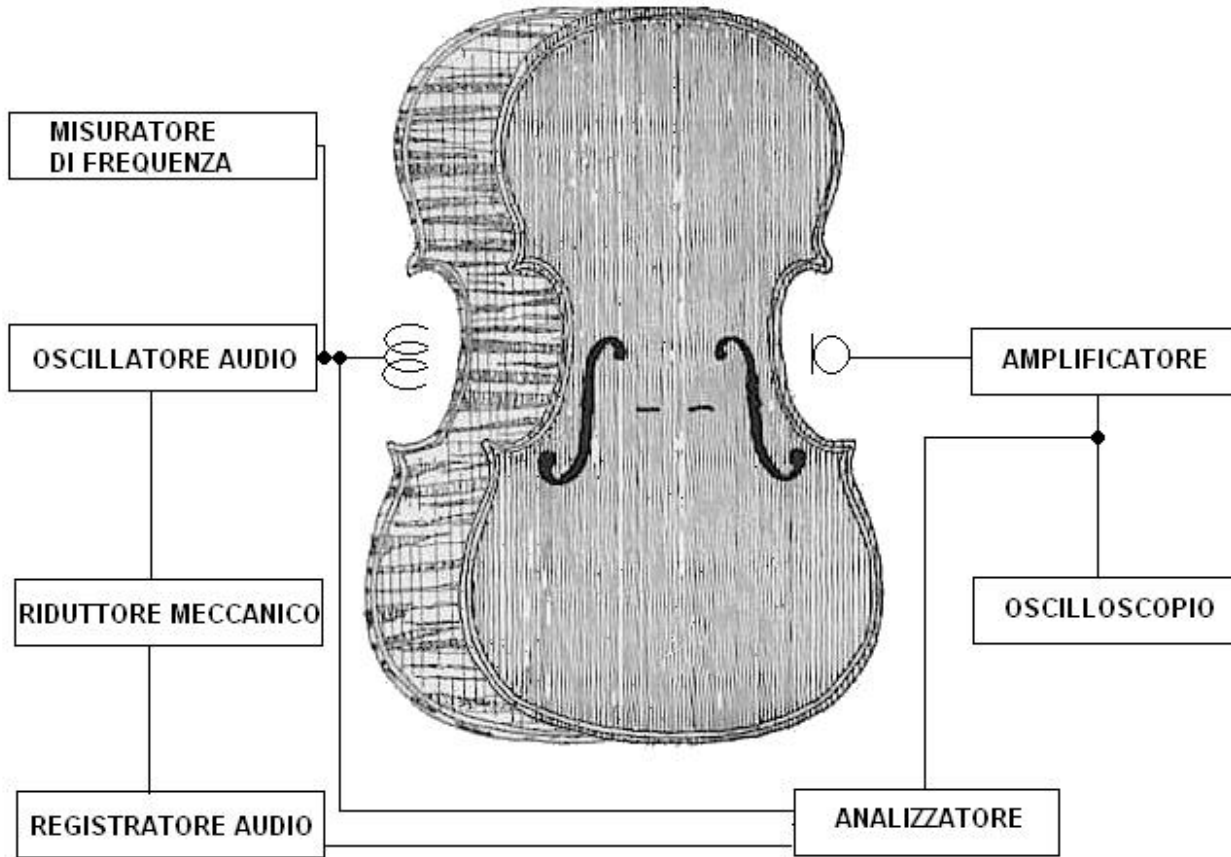
"Corso di autoaggiornamento e proposta didattica gestito da diplomandi e diplomati in chimica" ◀ Attività Precedente Forum News Vai a... Voi siete qui TIS-CR / ▶ autoaggiornamento / ▶ Risorse / ▶ premessa al corso con finalità ed obiettivi iniziali 02:07 Documentazione di Moodle per questa pagina (insegnante tutor referente: prof.Giorgio Maggi)

Appunti di acustica da C.M.Hutchins, F.L.Fielding, Azzolina, Sacconi,Cavalli.

Da una analisi di pubblicazioni diverse nasce nel gruppo scambio di idee e la verifica di parametri oggettivi: l'insegnamento di Lelio Cavalli ci conforta con le sue parole: *“Io mi lusingo di aver dimostrato che la Scienza ha qualche parola da dire anche sull'argomento delle vernici ed io spero che il gran pubblico, modificando gradatamente le sue opinioni, vorrà riconoscere l'importanza capitale del contributo che la Scienza può apportare ad una più esatta e sicura conoscenza del violino”*.

Il testo che può intitolarsi “ACUSTICA DEL VIOLINO” raccoglie significativi spunti di discussione in moduli sintetici perfezionabili in progress.

1) riproduzione e verifica del modello di Hutchins applicato a tecnologia digitale (lo strumento di rilevazione in fase di studio è illustrato nel disegno)

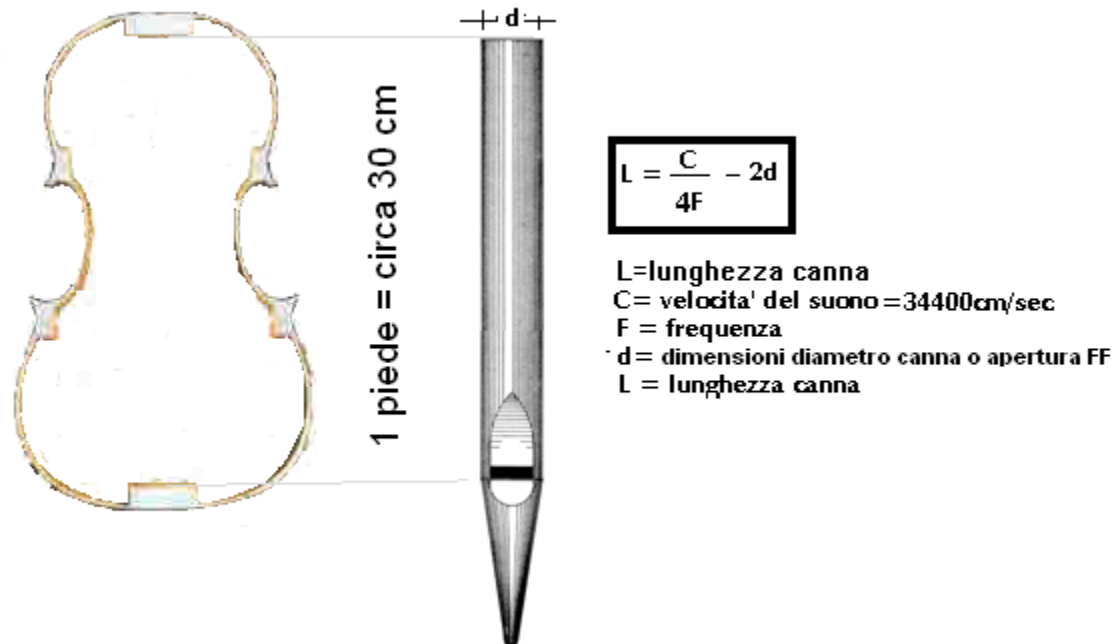


2) valutazione di più strumenti musicali con confronti spettrali tra massimi di risonanza tra aria e tavola: Hutchins (Strad 1958) sottolinea inoltre che :

risonanza della tavola A	risonanza del fondo B	conclusioni di Hutchins (Sapere febbraio 1969)
coincidente		lo strumento non può definirsi buono
A>B di un semitono		lo strumento è preferito da solisti d'orchestra
A<B di un semitono		lo strumento è preferito per musica da camera (non è sempre vero che lo spessore della tavola debba essere inferiore a quello del fondo)
quando la differenza tra A e B supera i 50 cicli/sec		lo strumento non può definirsi buono

3) (Artur Benade-corde vibranti...zanichelli-pag112)Azzolina (Le Scienze'69, pag72)leggono su alcuni strumenti antichi valori massimi per l'aria attorno al Do# e per la tavola al Sol# con intervalli di quinta per strumenti di qualità; i valori coinciderebbero con l'accordatura degli strumenti con diverso diapason e cioè Re, La 1/2 tono sotto)

4)la frequenza massima verificata nell'aria per un violino (valori compresi tra do=261,6Hz e do#=271,2Hz corrisponderebbe teoricamente alla frequenza di una canna d'organo tappata con le stesse dimensioni; dalla formula variazioni della frequenza possono ottenersi modificando opportunamente l'apertura distale della canna e parimenti le dimensioni delle ff nel violino



Da una nota del Carteggio di Cozio di Salabue: *“Li autori non hanno tenuto tutti la stessa proporzione. Li Amati ordinariamente li fecero di mezzana lunghezza. L’Andrea Amati ed il Carlo Bergonzi li fecero assai lunghi, per cui devono aver minor voce,...Stradivari li fece più corti, ed infatti detti stromenti hanno più forza”*

5) Lelio Cavalli (in Cremona 1937 pp757-766) elabora la formula acustica applicata ad una lamina in cui la frequenza n è funzione di K (costante che dipende dalle dimensioni superficiali della lamina, forma e contorno regolari), di E = modulo di elasticità, d = densità, h = spessore.

$$n = K \sqrt{\frac{E}{d} h}$$

applicando ad una delle superfici della lamina uno strato di vernice, con densità $d1$ e modulo di elasticità $E1$, si può desumere un incremento infinitesimo $dh/2$; la formula dopo necessari passaggi e semplificazioni diventa:

$$\delta n = K \frac{\delta h}{2} \sqrt{\frac{E}{d}} \left(\frac{3E1}{E} - \frac{d1}{d} \right)$$

essa definita dal Cavalli “Legge acustica delle vernici” rivela che l’incremento della frequenza non dipende dallo spessore della lamina ma è proporzionale allo spessore della vernice; inoltre l’incremento di frequenza è positivo, nullo o negativo a seconda che

$$\frac{3E1}{E} \gtrless \frac{d1}{d}$$

Cavalli elabora un approfondimento sul valore di K per superfici non regolari. In particolare definendo $i = (n+\delta n)/n$ l’incremento di frequenza, Cavalli ricava una formula in cui i è indipendente da K e quindi dalla forma della lamina ma è funzione dell’incremento di spessore dh , dello spessore della lamina h , dei valori di modulo di elasticità E , $E1$ e di densità $d, d1$.

$$i = 1 + \frac{\delta h}{2h} \left(\frac{3E_1}{E} - \frac{d_1}{d} \right)$$

Appare ovvio all'autore che nella pratica andrebbero valutati parametri ulteriori come moduli di elasticità se misurati in parallelo o normali alle fibre, modulo di Young, coefficiente di Poisson, ma anche imperfezioni nella isotropia delle superfici prese i

Laboratorio di acustica

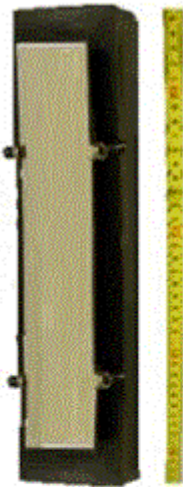
MUSEO DELLA CHIMICA E DEL VIOLINO IIS"J TORRIANI"



n considerazione.



PIASTRA CON DIAPASON ACCORDATO IN LA 440Hz



QUESTO NUOVO VIBRAFONO A CASSA DI RISONANZA, OLTRE A DARE UNA VOCE POTENTE E ARMONIOSA, EVITA L'INGOMBRO DEI TUI SOGGETTI ALL'OSSIDO, AMMACCATURE ED ALLA CONTINUA OPERAZIONE DI MONTAGGIO. LA CARATTERISTICA COSTRUZIONE OLTRE A GARANTIRE LA SOLIDITÀ



ED IL RENDIMENTO, ASSICURA IL MONTAGGIO IN UN SOLO MINUTO.

LO STRUMENTO È DI FACILE TRASPORTABILITÀ GRAZIE ALLA PARTICOLARE RAZIONALE SISTEMAZIONE DEGLI ACCESSORI AL SUO PESO, ED ALLE DIMENSIONI STUDIATE ENTRO LIMITI MINIMI.

In vendita presso: **MAGGI & NAZZARI**
VIBRAFONI
Via Tribonati, 8 - Via Citta' Vecchia, 12
CREMONA

Una piastra risonante è costituita da una barra metallica con i due lati liberi di vibrare (i necessari supporti sono individuati in un nodo vibrazionale) con ricetta:

$$f_1 = \frac{1,133 \pi}{l^2} \sqrt{\frac{Q K^2}{\rho}}$$

f_1 frequenza
 l lunghezza barra(cm)
 Q modulo di Young
 K spessore della lamina/ $\sqrt{12}$
 ρ densità

per accordature a " domicilio " semplici confronti tonali sono realizzati con il diapason... da viaggio

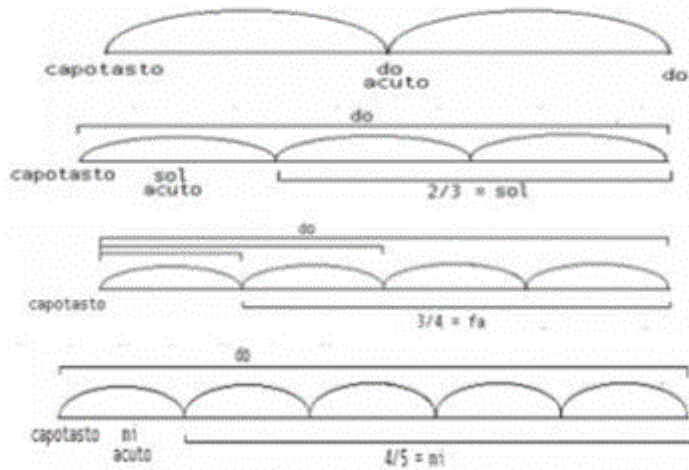
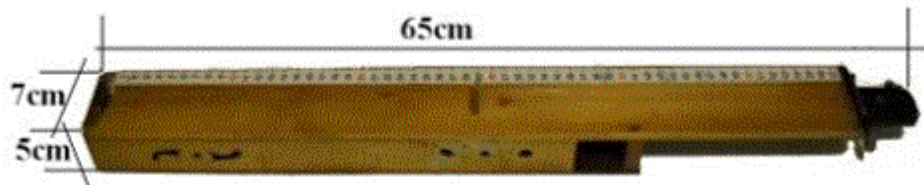




MUSEO DELLA CHIMICA E DEL VIOLINO
IIS "J. TORRIANI"

Giorgio Maggi

MONOCORDO matrice di scienza musicale



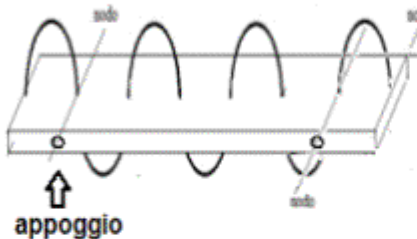
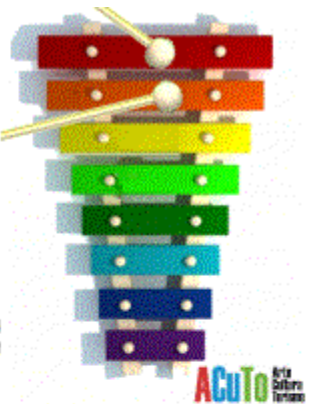
incisione da Harmonie
Universelle de Mersenne





la Lezione e il Laboratorio

I Ragazzi costruiscono uno xilofono (gli appunti sono tratti dalle lezioni del prof. Mario Maggi)



BARRA VIBRANTE

$$f = \frac{0,85586}{L^2} \sqrt{\frac{Qd^3}{4}}$$

f = frequenza
 L = lunghezza della barra (cm)
 Q = modulo di Young in dine per cm²
 d = spessore in cm
 $k_1 = \frac{Q}{\sqrt{12}}$
 $k_2 = \frac{Q}{2}$
 d = densità per cm³

per una lamina dello stesso spessore, densità, elasticità la formula si riduce a $f = \frac{CQd}{L^2}$

la lunghezza della piastra per $\cos = 1$ sarà

$$L = \sqrt{\frac{CQd}{f}}$$

se $L = 1$ per una ipotetica frequenza $f = 1$ allora la lunghezza della barra per l'ottava 2^a sarà $L = \sqrt{1/2} = 0,7$
 deduco che L acuto (2^a) = $1 \cdot 0,949$ circa per 12 volte es $30 \cdot (0,949)^{12} = 20,5$

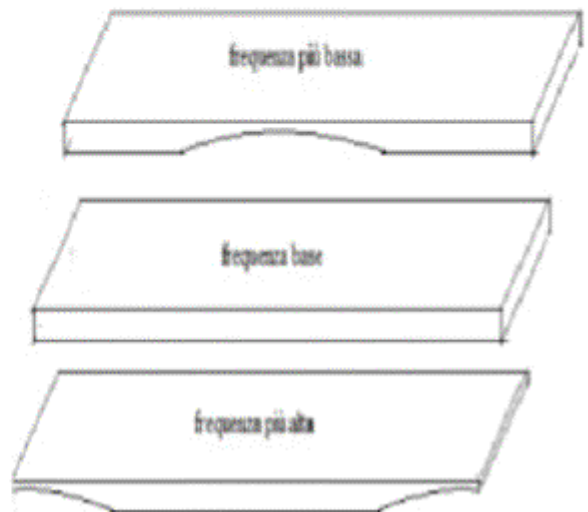


Franco Gaetano nel trattato Teorica musici del 1492 racconta che Pitagora passando vicin ad una officina, dopo aver sentito i martelli di dimensioni diverse percuotere metalli ebbe avuto l'intuizione dei rapporti armonici musicali.

www.collezionemaggi.abnativa.org

- (C=11)
- (B=18,5)
- (A=19,5)
- (G=20,5)
- (F=21,5)
- (E=22,5)
- (D=24)
- (C=25,5)
- (B=27)
- (A=28,5)
- (G=30)

3 lamiera,
2cm spessore,
lunghezza





MUSEO DELLA CHIMICA E DEL VIOLINO
IIS "J. TORRIANI"

Giorgio Maggi

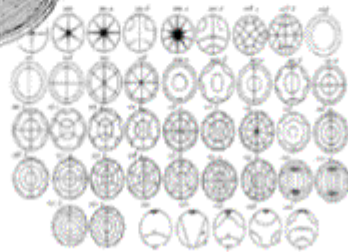
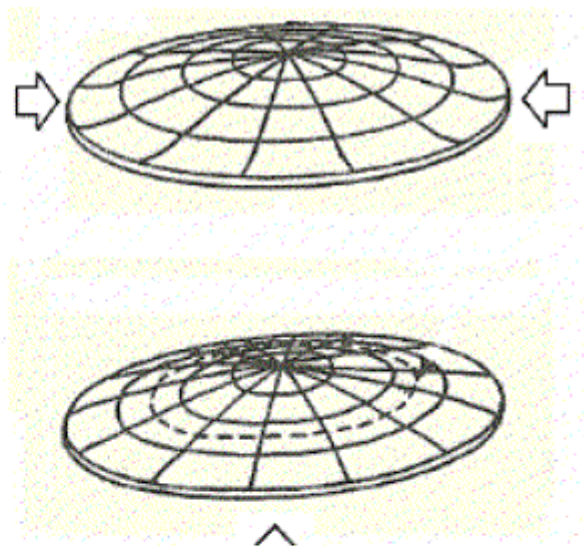
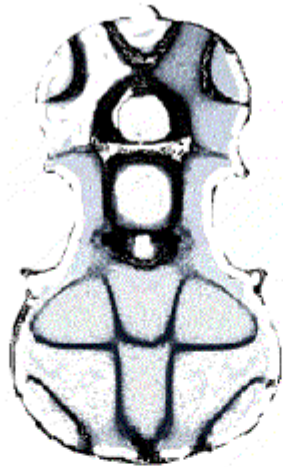
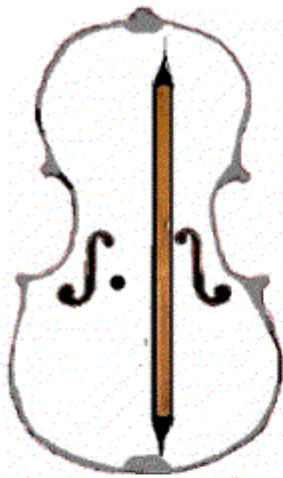
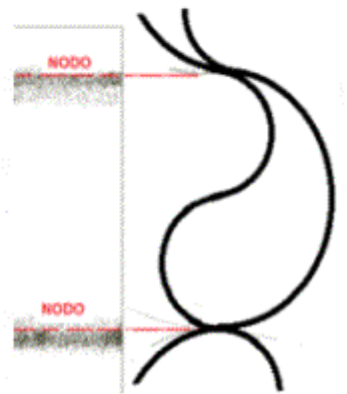


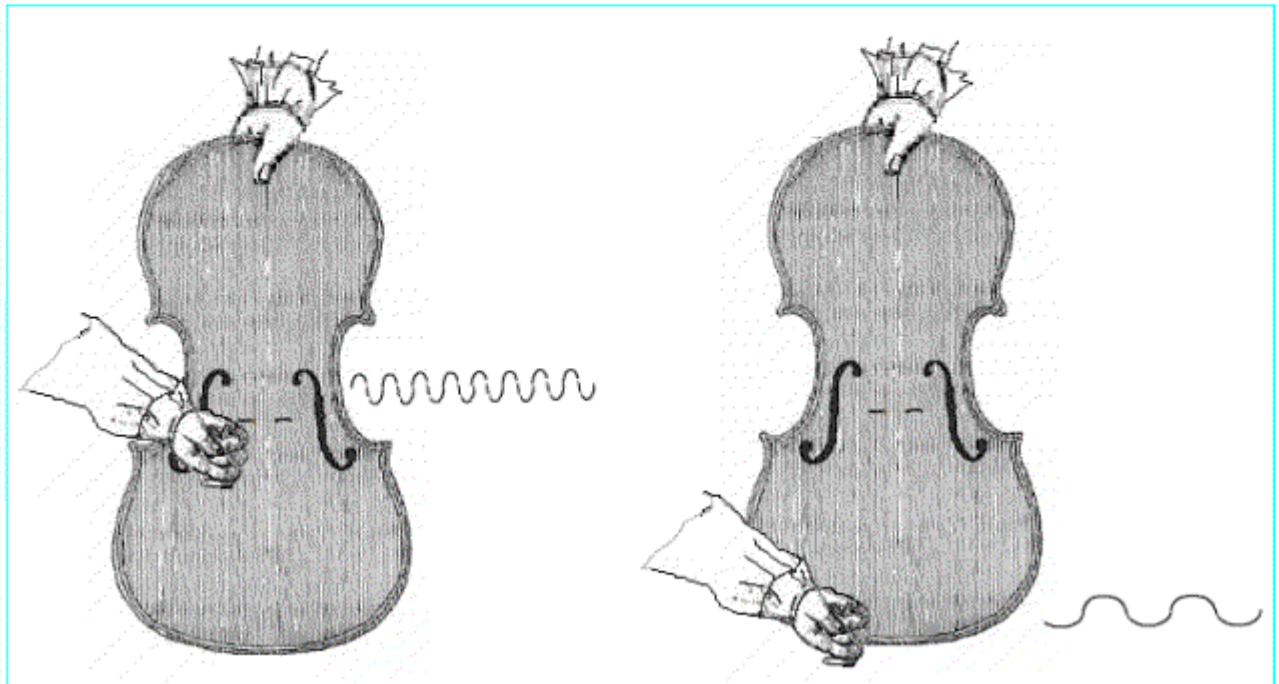
Figure di
Ernst Florenz Friedrich Chladni
1756





Tap Tone

centrale acuto (M2) e periferico basso (M5)



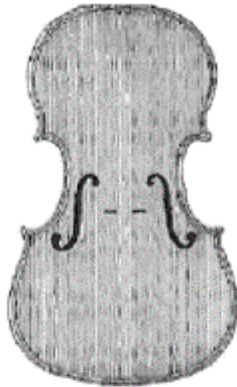
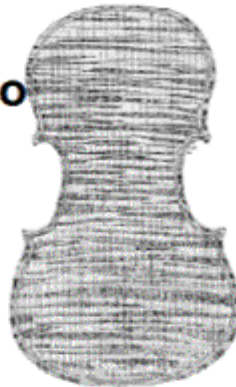
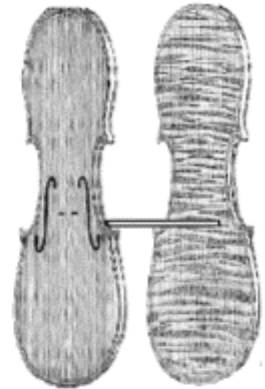


tavola
fondo

frequenza tavola
modo 1 = 80 Hz
modo 2 = 160 Hz
modo 5 = 350 Hz



frequenza fondo
modo 1 = 80 Hz
modo 2 = 160 Hz
modo 5 = 350 Hz



frequenze di
coppia
tavola 260 Hz
fondo 290 Hz



cassa

A1 frequenza risultante

- A0, frequenza aria (varia con apertura ff)
- B1-, frequenza fondo assemblato (varia con spessore)
- B1+, frequenza tavola assemblata (varia con spessore)
- B0, frequenza accessori (cordiera, manico...)

TABLE 1: TAP-TONES AND WEIGHTS**Maker JOSEPH CURTIN**

INSTRUMENT	WITHOUT BASS-BAR			WITH BASS-BAR			
	M2	M5	Weight	M2	M5	Weight	Bar
'Booth' Stradivari, 1716	127	305	54	150	345	58	4
'Kreutzer' Stradivari, 1727	117	276	55.5	139	324	60	4.5
'Petri' Stradivari, 1700	126	332	65.5				
'Alard' Stradivari, 1728	127	304	61.7	146	351	66	4.3
'Stretton' 'del Gesù', 1726	143	308	64.1	155	362	68.4	4.3
Carlo Landolfi, 1762	150	321	59.2	172	371	63.5	4.3
Carlo Tononi, c.1730	127	332	62.9	146	384	67.2	4.3
Carlo Testore	143	322	60.5	164	366	65	4.5
Francesco Rugeri, 1685	150	324	61.2	171	375	65.5	
Average (no estimates)	131	309	59.9	155	360	64.2	4.3
Average (with estimates)	134	314	60.4	155	360	64.2	

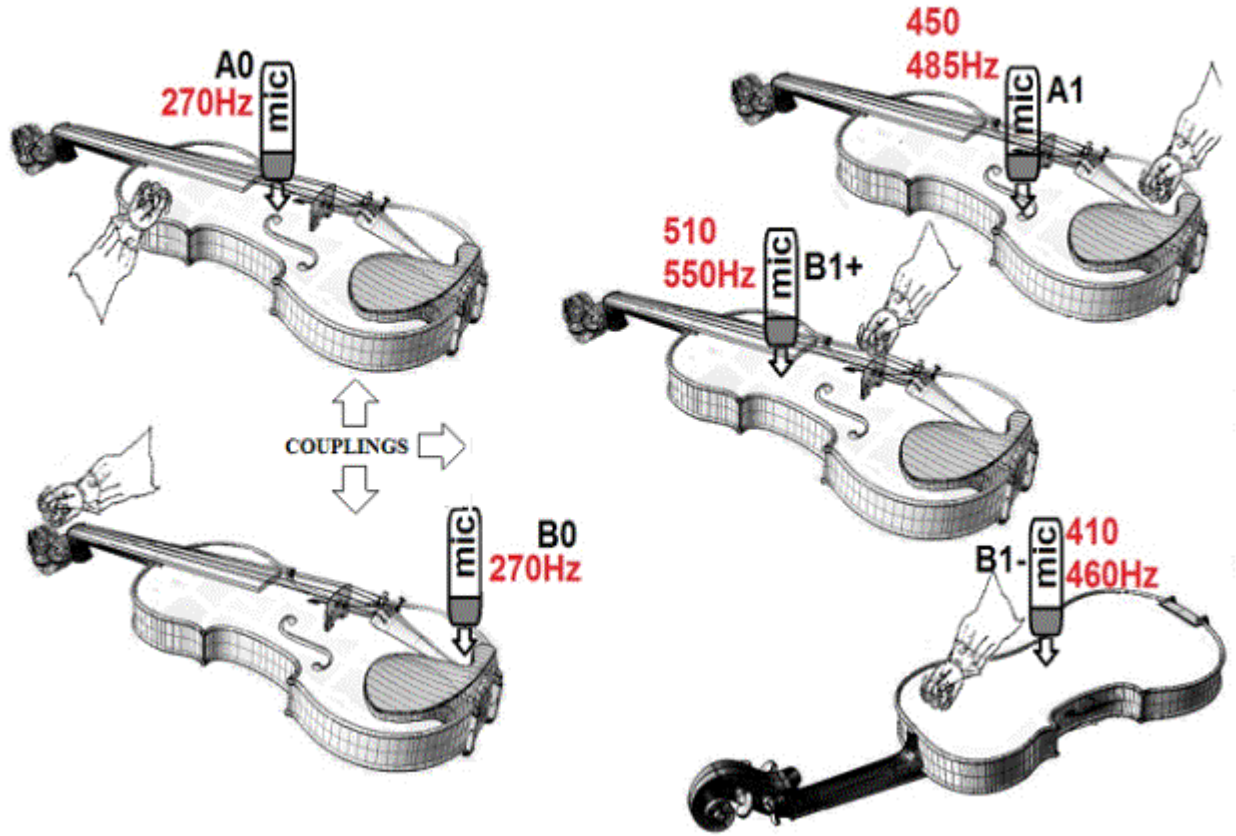


MUSEO DELLA CHIMICA E DEL VIOLINO
IIS "J. TORRIANI"

Giorgio Maggi

Modi di vibrazione della tavola armonica

DAL LORO ACCOPPIAMENTO (COUPLING) NASCE LA QUALITA' ACUSTICA DEL VIOLINO





CANNA D'ORGANO E VIOLINO

NOTE.FORMULE.SUGGERIMENTI

canna a sezione quadrata

$$L = \frac{C}{2F} - 2,35 \cdot A$$

canna tappata

$$L = \frac{C}{4F} - 2,35 \cdot A$$

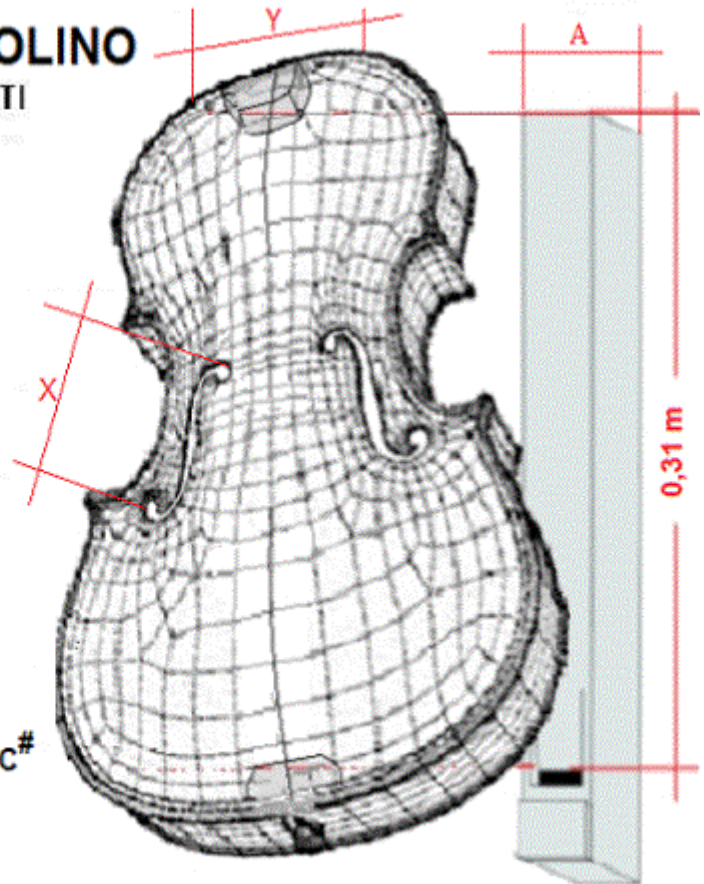
L=lunghezza canna
C= velocità del suono
=34400cm/sec
F = frequenza

d= diametro canna
L = lunghezza canna
l = lato canna

ESEMPIO

UNA CANNA D'ORGANO SEMI - TAPPATA

$$\text{frequenza} = \frac{8600 \text{ (circa)}}{\text{lunghezza} + (2 \times A) \text{ (circa)}} = 277 \text{ Hz } C^\#$$



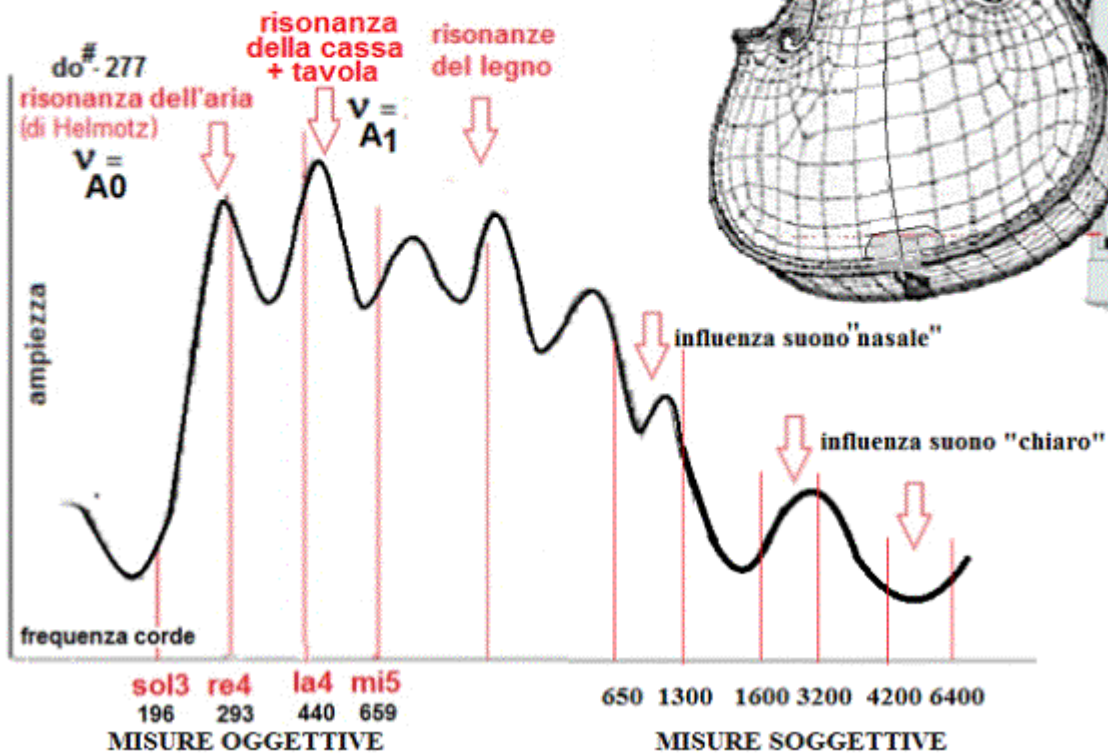
il valore di $A = f(X,Y)$ nel violino influenza la frequenza dell'aria nella cassa



MODELLO SPETTRALE

$v = 340/4 \cdot 0,307 = 277$ frequenza del $do^\#$ dell'aria
contenuta in una canna d'organo o cassa armonica
di violino (variabile con le dimensioni delle ff e con la
posizione dell'anima)

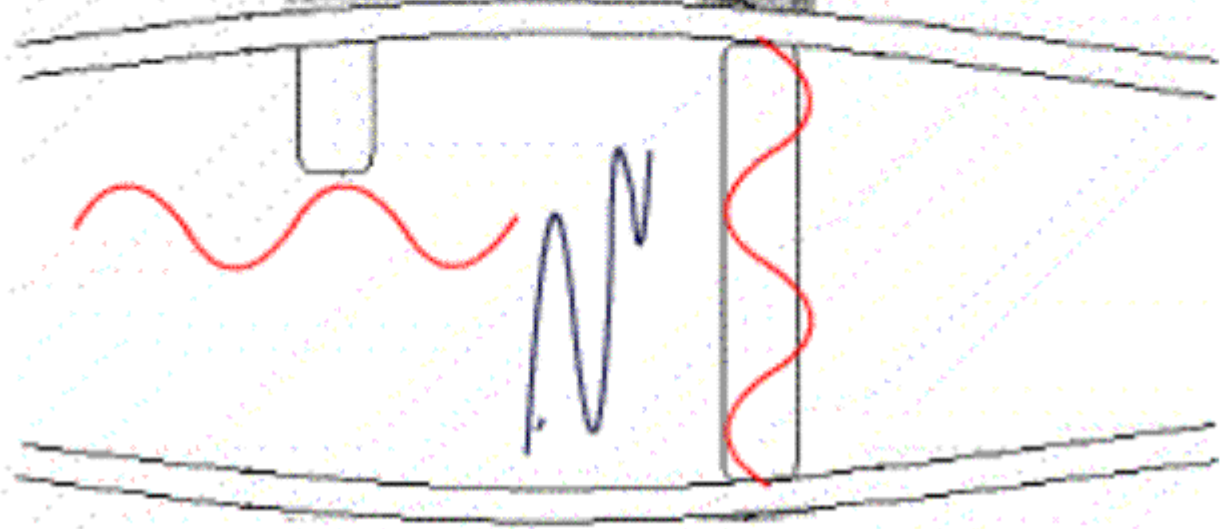
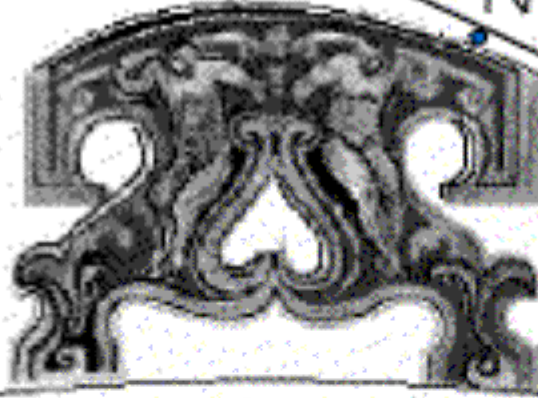
$v = 450-500$ Hz: frequenza della cassa armonica del
violino in compliance con la frequenza della
tavola





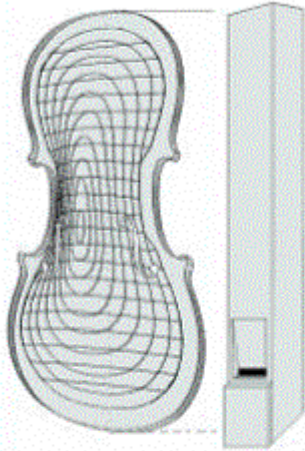
MUSEO DELLA CHIMICA E DEL VIOLINO
IIS "J. TORRIANI"

Giorgio Maggi





VIOLINO DIDATTICO SEZIONATO



Il violino ha massimi di intensità nella frequenza emessa relativa alla vibrazione del legno e dell'aria contenuta nella cassa armonica.

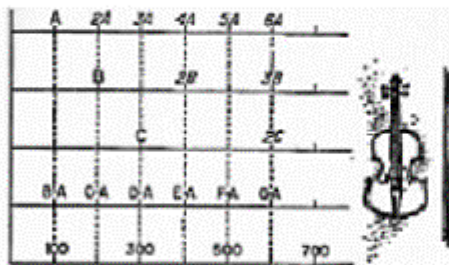
L'osservazione indica che il violino dovrà essere progettato tenendo conto

- della **distanza tra gli zocchetti** (aumentando la lunghezza diminuisce la frequenza max nell'aria);
- apertura dei fori** delle ff (aumentando il diametro dei fori aumenta la frequenza max dell'aria);
- spessore del legno** (diminuendo lo spessore della tavola al centro diminuisce la frequenza ovvero diminuendo lo spessore agli estremi aumenta la frequenza).
- interferenze tra la ricetta della vibrazione longitudinale e trasversale** della tavola e del fondo collegato attraverso l'anima.

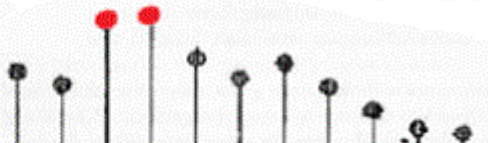
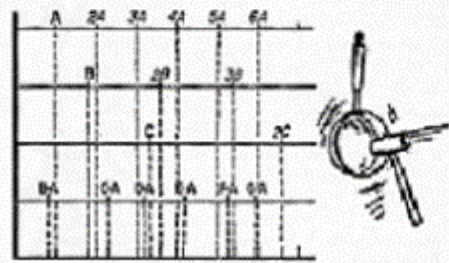


Suono timbro o rumore, che differenza c'è?

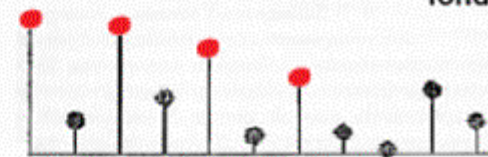
Il violino produce **suono** perché i suoni A, B, C si sommano o si sottraggono dando sempre e solo valori sovrapponibili alla serie armonica di A, 2A, 3A, 4A.... Il tegame colpito dal martello produce **rumore** perché i suoni A, B, C si sommano o si sottraggono dando sempre e solo valori non sovrapponibili alla serie armonica di A, 2A, 3A, 4A.... Le armoniche definiscono il **timbro** (nell'esempio le armoniche di Do)



Violino: sequenza completa di armoniche



Oboe: alcune armoniche sono più forti della fondamentale



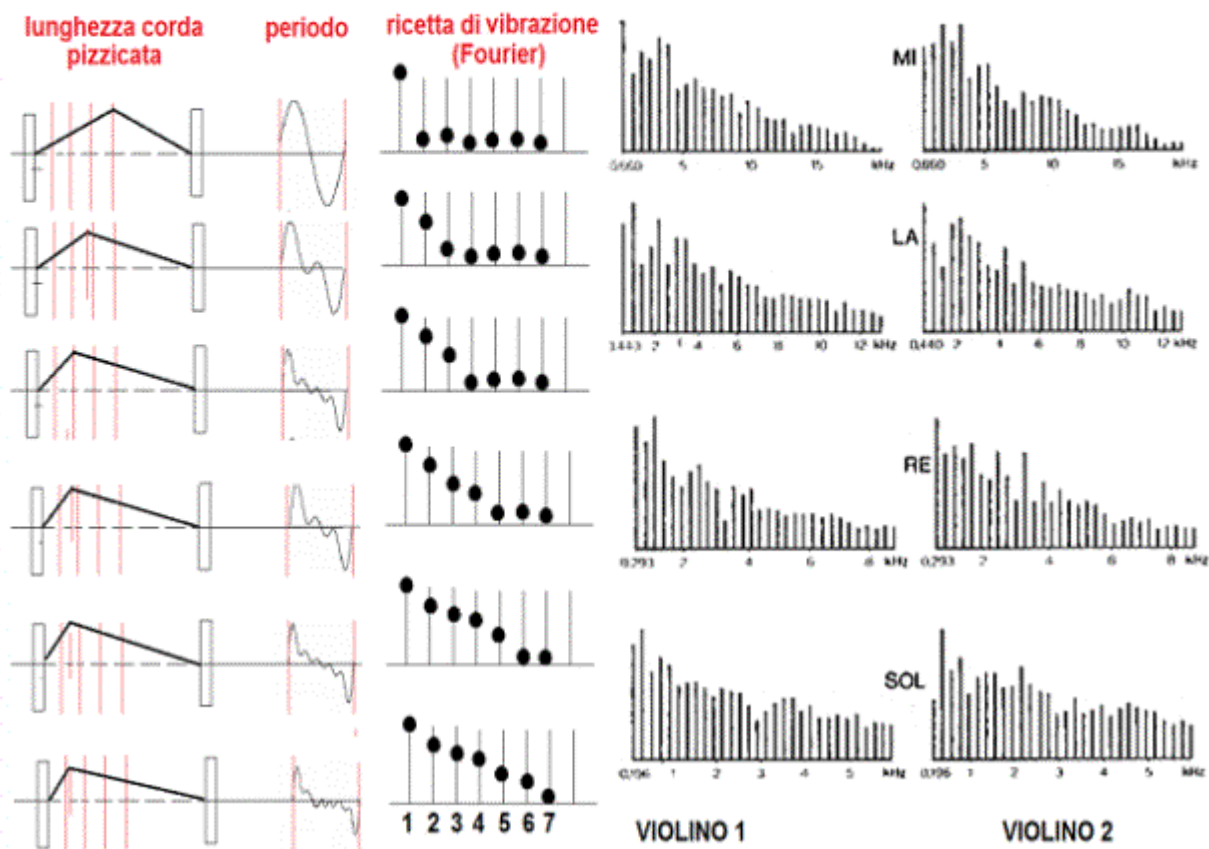
Clarinetto: sono evidenti armoniche dispari nei bassi



MUSEO DELLA CHIMICA E DEL VIOLINO
IIS "J. TORRIANI"

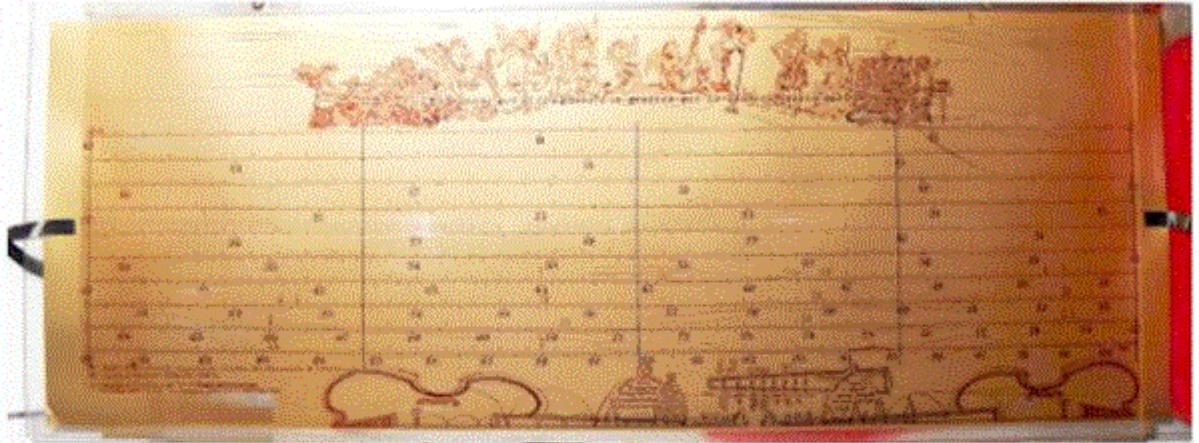
Giorgio Maggi

analisi degli armonici di un suono ottenuto da una corda pizzicata TEORIA E OSSERVAZIONE PRATICA





REGOLO CALCOLATORE PER FREQUENZE



- Lo strumento elaborato attraverso misure logaritmiche individua i rapporti tonali in Hz ma anche in lunghezza di vibrazione in unità cents



MUSEO DELLA CHIMICA E DEL VIOLINO
IIS "J. TORRIANI"

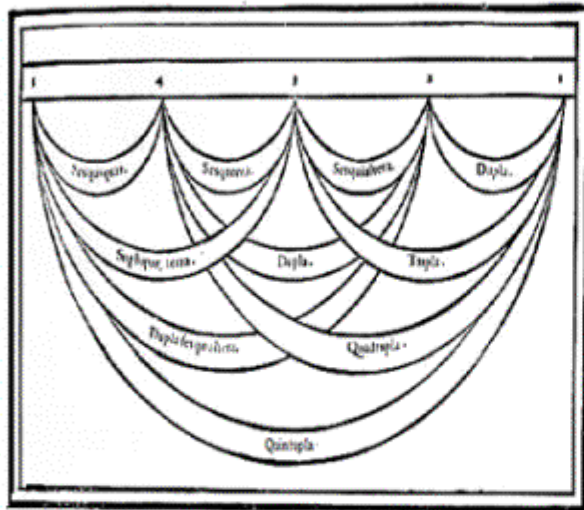
Giorgio Maggi

Il problema della accordatura dello strumento: metodo e sensibilità musicale





Zarlino mette in dubbio la perfezione matematica proposta da Pitagora. Mario lo spiegava così ai suoi studenti:



presa per comodità
l'ottava di una tastiera:



ricordiamo che secondo Pitagora i rapporti relativi tra note sono
quinta C/G = 2/3 quarta D/G = 3/4 sesta C/A = 3/5
dunque: fissato C,
A sarà 1/5/3 di C; D sarà 1/2/3 di A; G 1/4/3 di D; e C è 1/2/3 di G...

dunque se parto da C accordando l'ottava secondo Pitagora ottengo un C... diverso, infatti:

$$5/3 * 2/3 * 4/3 * 2/3 = 80/81 > 1$$

allo stesso modo se accordo una tastiera del piano per quinte perfette non c'è più accordo tra ottave



*ORA sopra la detta inuentione
di Pitagora nasce vn dubbio,*

Giuseffo Zarlino - Le istituzioni armoniche - Venezia 1558

Il dubbio di Zarlino sulla consonanza è interpretato da studiosi come Benedetti come "concordanze matematiche di vibrazioni" e da Cartesio come caratteristica dell'orecchio che si adatta al contesto musicale



MUSEO DELLA CHIMICA E DEL VIOLINO
IIS "J. TORRIANI"
 Giorgio Maggi



Viola in Silvestro Ganassi
Lezione seconda 1543

ACCORDO DEI TASTI DEL VIOLONE SECONDO GANASSI – RASONE ET PRATTICA

TASTI	TESTO IN GANASSI	X= rapporto di suddivisione della corda vibrante	Intervallo in cents	Scala di Zarlino
1°	...el qual fa l'effetto del semitono minor	$x = 15/16 = 0,93$	111,73	reb
2°	... proporzione <u>sesquottava</u>	$x = 8/9 = 0,88$	203,91	re
3° per RASONE	... <u>lorai</u> quella <u>medema</u> <u>distancia</u> che è dal primo al secondo	$x = 8/9 - (15/16 - 8/9) = 121/144 = 0,84$	301,27	
3° per PRATTICA	...semitone o voglia dire terza minor	$x = 5/6$	315,64	mi♭
4° per RASONE	... al vero mezzo tra il terzo ed il quinto tasto	$x = 121/144 \left[\frac{121/144 - 3/4}{1/2} \right] = 229/288 = 0,79$	396,87	
4° per PRATTICA	... <u>consonantia</u> di tono over terza <u>maior</u>	$x = 4/5$	386,31	mi
5°	... proporzione <u>sesquitercia</u>	$x = 3/4 = 0,75$	498,05	fa
6°	... da poi, il <u>sesto</u> tasto sera terminato a mezzo dello <u>spacio</u> tra il quinto e settimo ma <u>scaro</u> cioè tienilo de dentro il compasso la grossezza del tasto	$x = \frac{((3/4 - 2/3)1/2) - 3/4}{1/2} = 17/24 = 0,71$	596,7	
7°	... proporzione <u>sesquialtera</u>	$x = 2/3 = 0,6$	701,95	sol
8°	... et l'ottavo tasto per il suo terminesserà quella <u>medesima</u> <u>portino</u> che è dal quinto al <u>sesto</u>	$x = 2/3 - (3/4 - 0,71) = 0,63$	806,07	

MODALITÀ DI ACCORDATURA del pianoforte

L'accordatura può seguire scansione logaritmica con media delle quinte a 700 cents ovvero con distribuzione di quinte perfette e temperate secondo Werckmeister e Vallotti.
 Fissata la quinta perfetta $3/2$ a 701,955 cents, la quinta temperata di Werckmeister segue la formula = quinta perfetta meno $1/4$ del comma pitagorico $(23,46) = 701,95 - 1/4 \cdot (23,46) = 698,09$. La quinta temperata di Vallotti segue la formula = quinta perfetta meno $1/6$ del comma pitagorico $(23,46) = 701,95 - 1/6 \cdot (23,46) = 698,04$.

Quinta temperata =T ; quinta perfetta pitagorica =P

	C-G	G-D	D-A	B-F#	A-E	E-B	F=C#	C=G#	G#-Eb	E♭-B♭	B♭-F	F-C
logaritm	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
Werkm.	T	T	T	T	P	P	P	P	P	P	P	P
Vallotti	T	T	T	P	T	T	P	P	P	P	P	T



**IL PROBLEMA DELL'ACCORDATURA E DEL CALCOLO DELLE TASTATURE
AFFRONTATO CON ... SEMPLIFICAZIONI NON SEMPRE APPREZZATE DAL MUSICISTA
IL PROBLEMA DELL'"ACCORDO" SI RISOLVE CON COMPROMESSI COME**

**ALGORITMO LOGARITMICO
DEGLI ACCORDATORI ELETTRONICI**
in cui ogni tasto va collocato ad un valore

proporzionale a: $^{12}\sqrt{2} = 1,05946$

REGOLA GALILEIANA DEL 18

Vincenzo Galilei propone la regola detta dai liutai "regola del 18" in cui ogni tasto va collocato a 1/18 della corda libera lasciata dal tasto precedente

Microsoft Excel - **Microsoft Excel -accordatura**

	A	B	C	D
1		scala	scale temperate	
2	tonica di do	pitagorica	logaritmica	"del18"
3	do	1	1	1
4	re	9/8=1,1250	1,1225	1,1292
5	mi	5/4= 1,2500	1,2599	1,266
6	fa	4/3=1,3333	1,3348	1,3405
7	sol	3/2=1,5	1,4983	1,5028
8	la	5/3=1,6666	1,6818	1,6848
9	si	15/8=1,8750	1,8877	1,8889
10	do	2	2	2



Appunti ... segreti di chi ancora sapeva accordare usando solo artifici analogici come il proprio orecchio

Maggi: Lucio

*Consigli utili per accordare
il Pianoforte*

*A Museo Maggi con amicizia
Pietro Pianti
membro di pianoforte
2014*

Primo Riparto

5: Corista 3: Corista 5: Corista 3: Corista 3: Corista
3: Corista 3: Corista 3: Corista 3: Corista 3: Corista
3: Corista 3: Corista 3: Corista 3: Corista 3: Corista
3: Corista 3: Corista 3: Corista 3: Corista 3: Corista

Secondo Riparto

3: Corista 3: Corista 3: Corista 3: Corista 3: Corista
3: Corista 3: Corista 3: Corista 3: Corista 3: Corista
3: Corista 3: Corista 3: Corista 3: Corista 3: Corista
3: Corista 3: Corista 3: Corista 3: Corista 3: Corista

Terzo Riparto

3: Corista 3: Corista 3: Corista 3: Corista 3: Corista
3: Corista 3: Corista 3: Corista 3: Corista 3: Corista
3: Corista 3: Corista 3: Corista 3: Corista 3: Corista
3: Corista 3: Corista 3: Corista 3: Corista 3: Corista

*Il quarto riparto (ultimo) delle note del tutto è il quarto riparto (ultimo) accordato verso il basso (almeno sul pianoforte), mentre prima era
fornito nelle parti per il quarto riparto (ultimo) delle accordature
nomando le note anche di un intervallo di decima
e di due ottave. Per il quarto riparto si fonda al*

Quarto Riparto

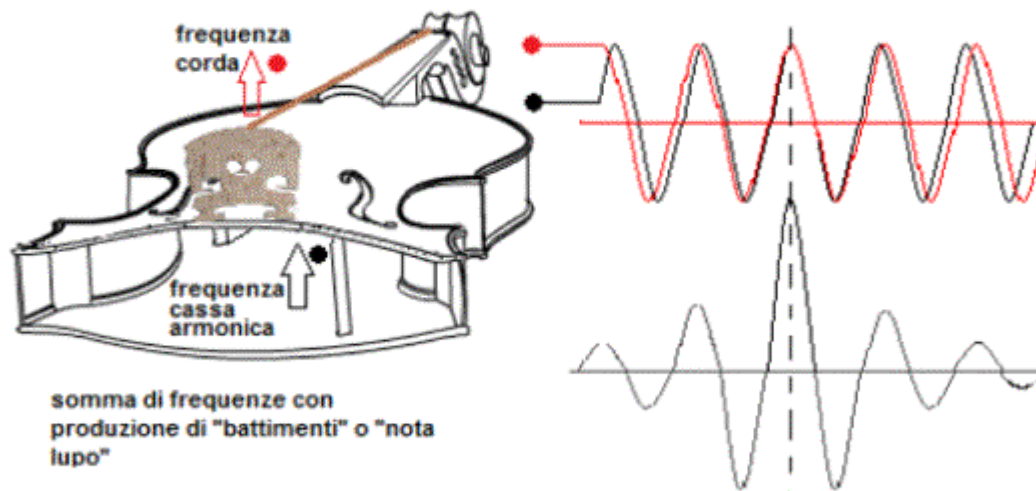
*Reponendo il fa₂ già accordato nella
Cottura superiore quinta fa₂ che accorda anche per
si fonda delle note (della nota) completando così
l'intera dettatura delle sette ottave del Pianoforte. A quel
punto come verificare tutte le note accordate (escepi
fornire la scala in fa maggiore partendo dalla prima
ottava) alla 4^a ottava la scala in fa minore maggiore
ovvero ad intervallo di decima - due ottave - per far
tutto - resta a se fa come l'orecchio prescrive quale
note (soprattutto, trovare la cassa e il violoncello).*

*Ad ogni modo ultimata una linea eseguire quale
accordo ed eseguire in tutti i toni.*



BATTIMENTI

FENOMENO DETERIORE NEGLI STRUMENTI AD ARCO MA
INDISPENSABILE NELLA ACCORDATURA DEL PIANOFORTE
PER OTTENERE L'UNISONO



Le tecniche di accordatura si basano dunque sui cosiddetti battimenti per individuare l'“aggiustamento acustico” delle note
Si può procedere con

- 1) **l'Accordatura a tono medio** caratterizzata dalla purezza delle triadi (con le terze maggiori pure);
- 2) **l'Accordatura a temperamento ordinario** secondo i criteri di **Kirnberger** che prevedono di trovare un sostanziale equilibrio tra terze pure e quinte pure, **Werkmeister** che opera sulle quinte pure inducendo un successivo temperamento e **Vallotti** che distribuisce con uguale peso le quinte pure e temperate.
- 3) **l'Accordatura con temperamento equabile** in cui tutti gli intervalli dello stesso tipo sono temperati (stonati) allo stesso modo.



Indagare il fenomeno acustico significa anche operare sul ...



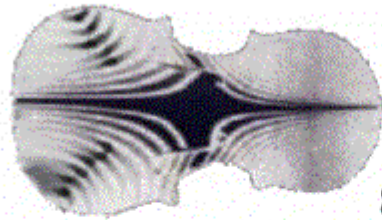
- Rendering: analisi oggettiva condotta sull'espressività musicale, relazione tra strumento e strumentista
- Terzo suono del Tartini, battimenti
- Check-up e messa a punto dello strumento per ridurre gli effetti della cosiddetta "nota lupo", di vibrazioni indesiderate e del settimo armonico operando su ponte, cordiera, anima, catena...



Dalla semplice piastra alla tavola del violino con tecniche di accordo attraverso l'esperienza tattile confermata da figure di Chladni e interferogrammi olografici (da Hutchins)

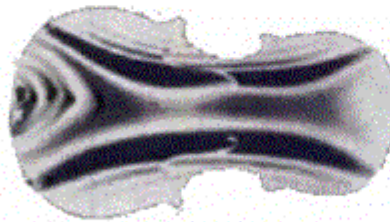
modi di vibrazione

verifica empirica



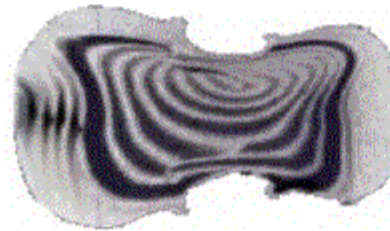
1

80 - 100 Hz



2

150 - 170 hz



5

350 - 360 Hz

