

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”***.

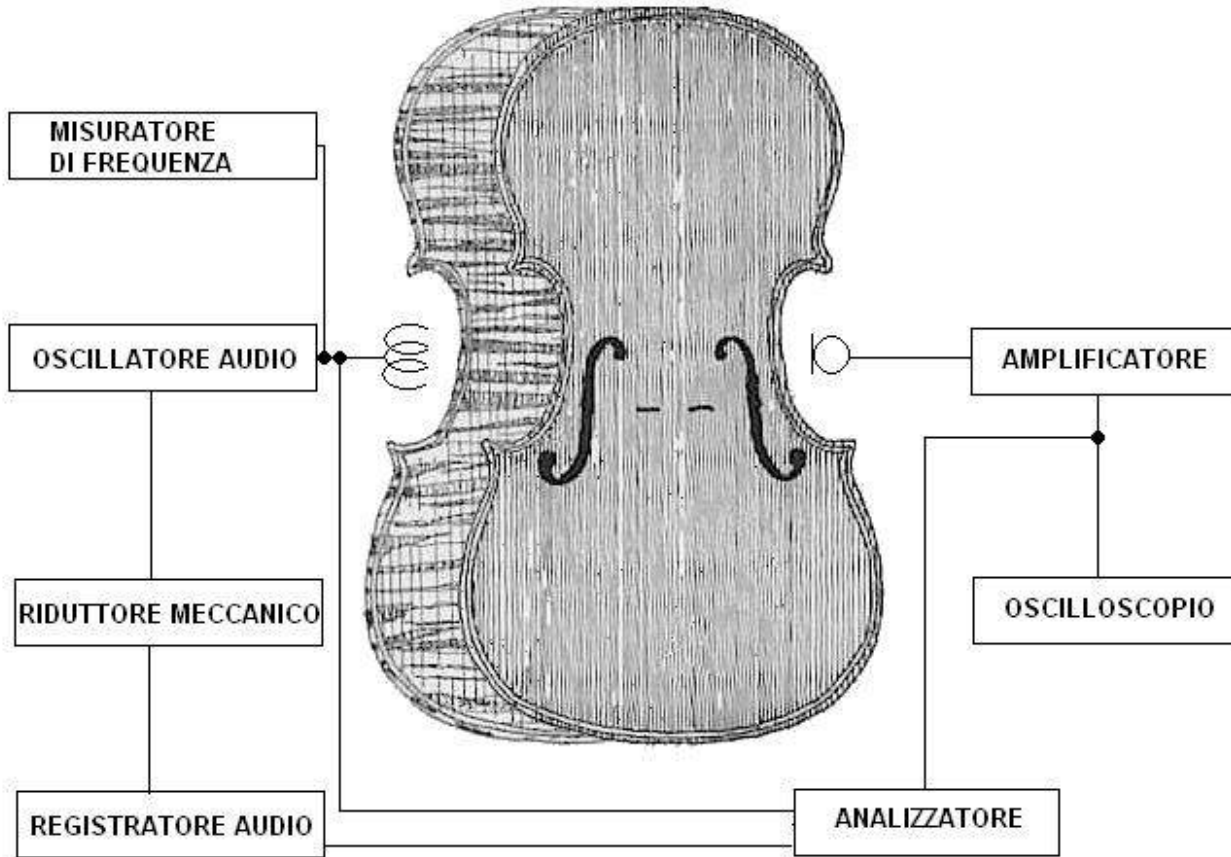
Il testo che può intitolarsi “ACUSTICA DEL VIOLINO” raccoglie significativi spunti di discussione in moduli sintetici perfezionabili in progress.

L'idea nasce dalle lezioni di Mario Maggi insegnante alla Scuola di Liuteria “A.Stradivari” e Giorgio Maggi insegnante all'Istituto di Istruzione Superiore “Torriani” e “Munari di Cremona e Crema.

Nel testo sono stati aggiunti appunti preparati per la lezione di scienze in classe con l'insegnante di musica

11 giugno 2016 In una tavola rotonda all'IIS Torriani dal titolo "dal locale al globale" , organizzata da insegnanti di Musicologia, Giorgio Maggi in una comunicazione riferisce delle lezioni di Mario e Giorgio sulla musica etnica e le relazioni tra il Tumbi indiano e il monocordo di Pitagora (proposte preparate per una diversa didattica con riferimenti a nozioni di matematica e musica nella Scuola Media). A complessità diversa la lezione approfondisce diversamente nelle lezioni di matematica di Giorgio e di organologia dello strumento di Mario.

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

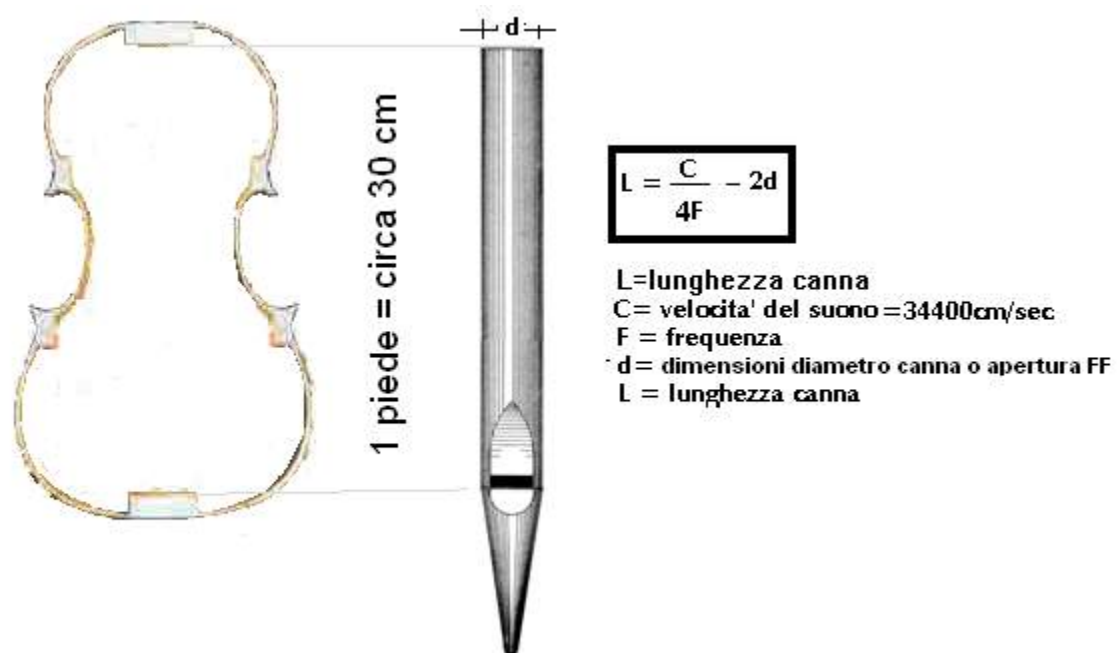


2) valutazione di più strumenti musicali con confronti spettrali tra massimi di risonanza tra aria e tavola: Hutchins (Strad 1958) sottolinea inoltre che :

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 ½ 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 $d, d1$.

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

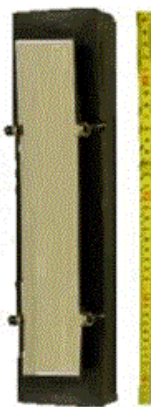
Appare ovvio all'autore che nella pratica andrebbero valutati parametri ulteriori come moduli di elasticità se misurati in parallelo o normali alle fibre, modulo di Young, coefficiente di Poisson, ma anche imperfezioni nella isotropia delle superfici prese in considerazione.

Laboratorio di acustica

MUSEO DELLA CHIMICA E DEL VIOLINO IIS"J TORRIANI"



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 TUBI SOGGETTI ALL'OSSIDIO, AMMACCATURE ED ALA 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 Trivulzi, 8 - Via Citterio Novati, 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:

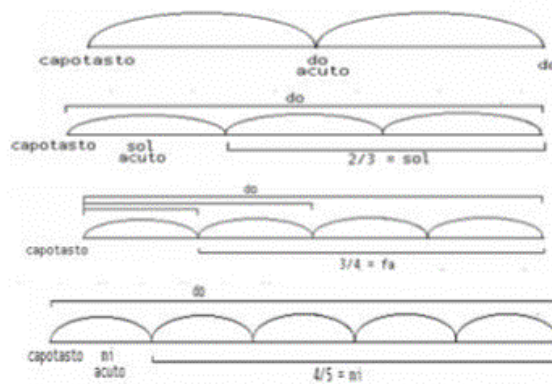
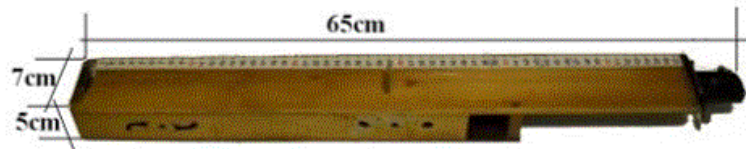
$$f_1 = \frac{1,133\pi}{l^2} \sqrt{\frac{Q K^2}{\rho}}$$

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



MONOCORDO matrice di scienza musicale



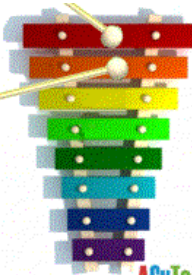
incisione da Harmonie Universelle di Mersenne



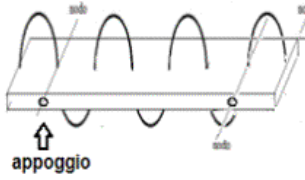


la Lezione e il Laboratorio

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



ACuTo
SIS
Sistema
Tutor



↑
appoggio



Francino Gaffuro nel trattato Theoria musice del 1492 racconta che Pitagora passando vicin ad una officina, dopo aver sentito i martelli di dimensioni diverse percuotere metalli ebbe avuta l'infusione dei rapporti armonici musicali.
www.collezionemaggi.altervista.org

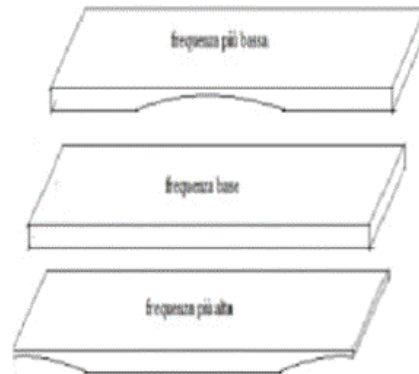
BARRA VIBRANTE

$$f = \frac{0,88556}{L^2} \sqrt{\frac{E d^3}{12 \rho}}$$

f = frequenza
L = lunghezza della barra (cm)
E = modulo di Young's in dina per cm²
d = spessore in cm
 $\rho = \frac{12}{d^3}$ densità in cm³

- 1 C=18
- 1 D=21,5
- 1 A=25,5
- 1 G=28,5
- 1 G=28,5
- 1 F=21,5
- 1 E=22,5
- 1 D=24
- 1 C=25,5
- 1 B=27
- 1 A=28,5
- 1 G=30

3 larghezza,
2/3 spessore,
1/3 altezza



per una lamina dello stesso spessore, densità, elasticità la formula si riduce a $f \propto \frac{1}{L^2}$

la lunghezza della piuma per $\cos \theta = 1$ sarà

$$L = \sqrt{\frac{1}{f}}$$

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

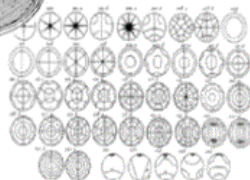
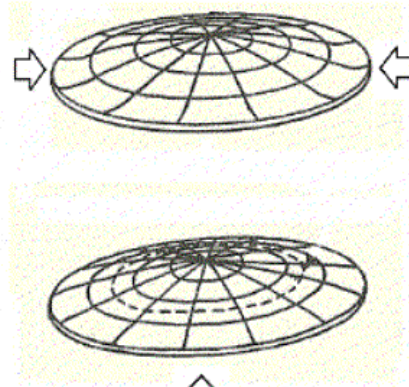
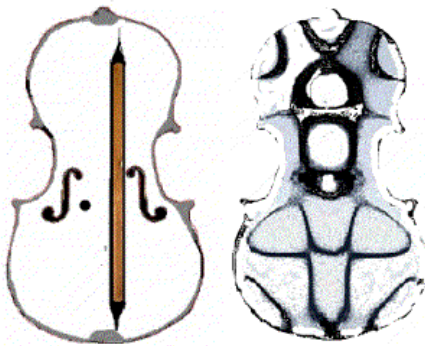
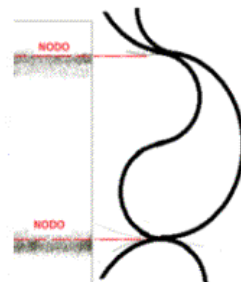


Figure di Ernst Florenz Friedrich Chladni 1756



Tap Tone

centrale acuto (M2) e periferico basso (M5)

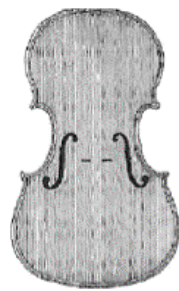
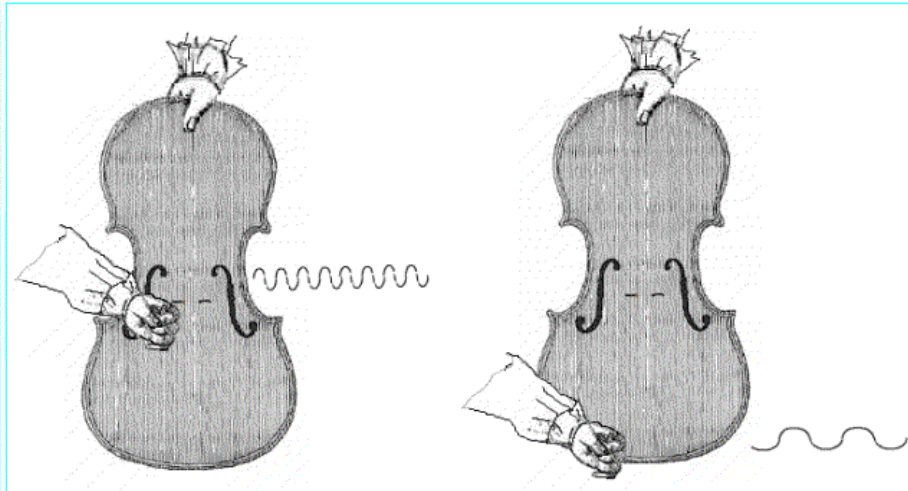
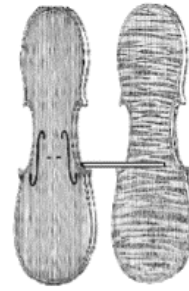
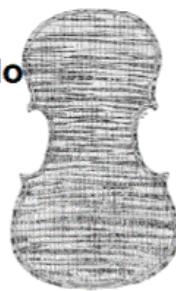


tavola
fondo



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**

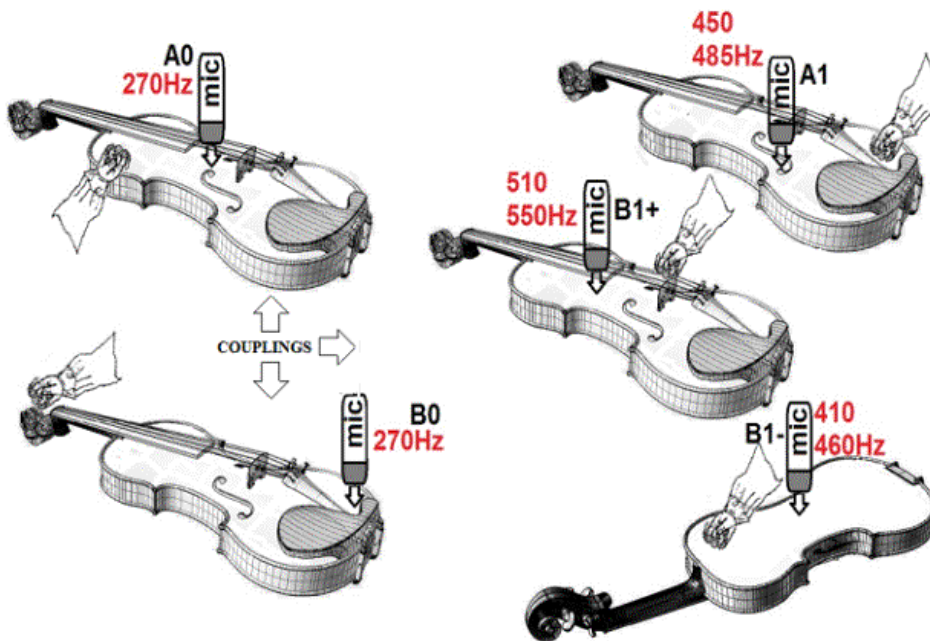
INSTRUMENT	WITHOUT BASS-BAR			WITH BASS-BAR			
	M2	M5	Weight	M2	M5	Weight	Bar
'Booth' Stradivari, 1716	127	305	54	150	345	58	4
'Kreutzer' Stradivari, 1727	117	276	55.5	139	324	60	4.5
'Petri' Stradivari, 1700	126	332	65.5				
'Alard' Stradivari, 1728	127	304	61.7	146	351	66	4.3
'Stretton' 'del Gesù', 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	

OCTOBER 2006 THE STRAD

M
 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

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

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

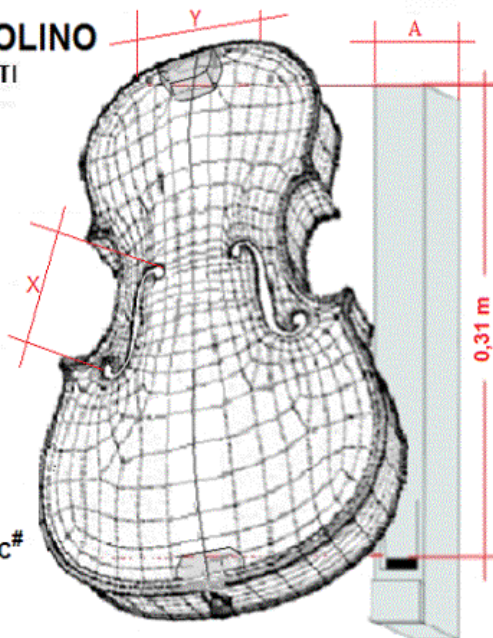
L = lunghezza canna
C = velocità del suono = 34400 cm/sec
F = frequenza

d = diametro canna
l = lunghezza canna
i = lato canna

ESEMPIO

UNA CANNA D'ORGANO SEMI - TAPPATA

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

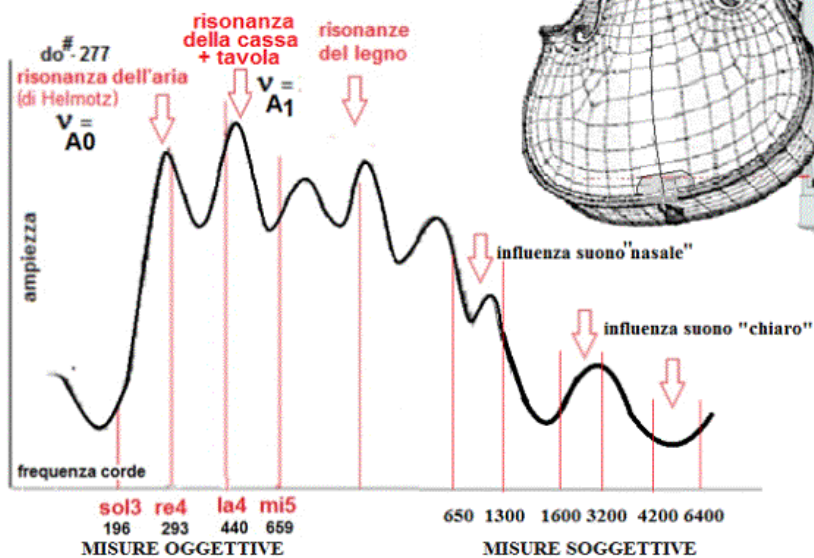


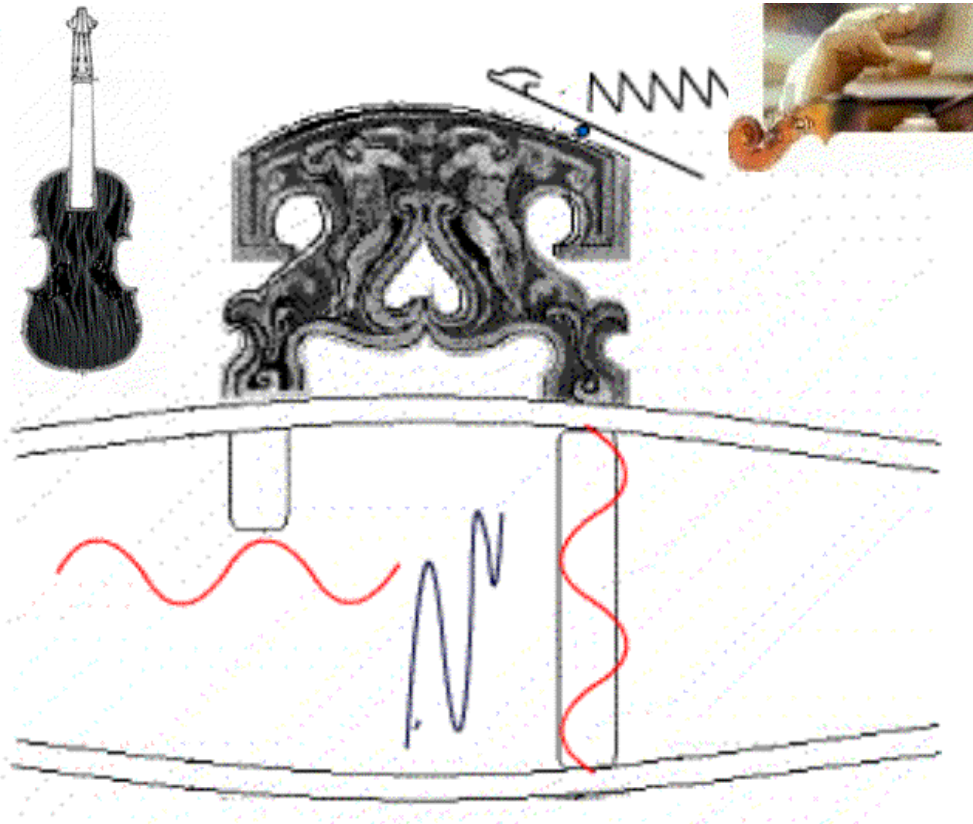
il valore di $A = f(X, Y)$ nel violino influenza la frequenza dell'aria nella cassa

MODELLO SPETTRALE

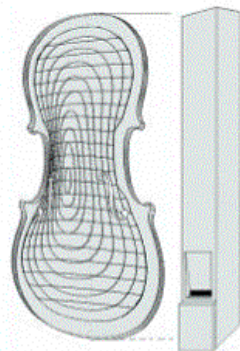
$v = 340/4 \cdot 0,307 = 277$ frequenza del $do^\#$ dell'aria contenuta in una canna d'organo o cassa armonica di violino (variabile con le dimensioni delle ff e con la posizione dell'anima)

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





VIOLINO DIDATTICO SEZIONATO



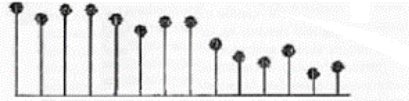
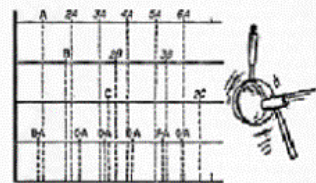
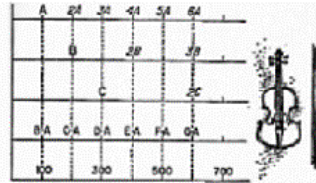
Il violino ha massimi di intensità nella frequenza emessa relativa alla vibrazione del legno e dell'aria contenuta nella cassa armonica.

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

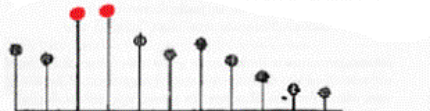
- della **distanza tra gli zocchetti** (aumentando la lunghezza diminuisce la frequenza max nell'aria);
- apertura dei fori** delle ff (aumentando il diametro dei fori aumenta la frequenza max dell'aria);
- spessore del legno** (diminuendo lo spessore della tavola al centro diminuisce la frequenza ovvero 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?

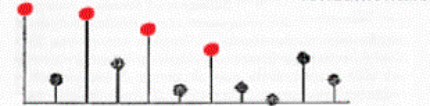
Il violino produce **suono** perché i suoni A, B, C si sommano o si sottraggono dando sempre e solo valori sovrapponibili alla serie armonica di A, 2A, 3A, 4A.... Il tegame colpito dal martello produce **rumore** perché i suoni A, B, C si sommano o si sottraggono dando sempre e solo valori non sovrapponibili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



Violino: sequenza completa di armoniche

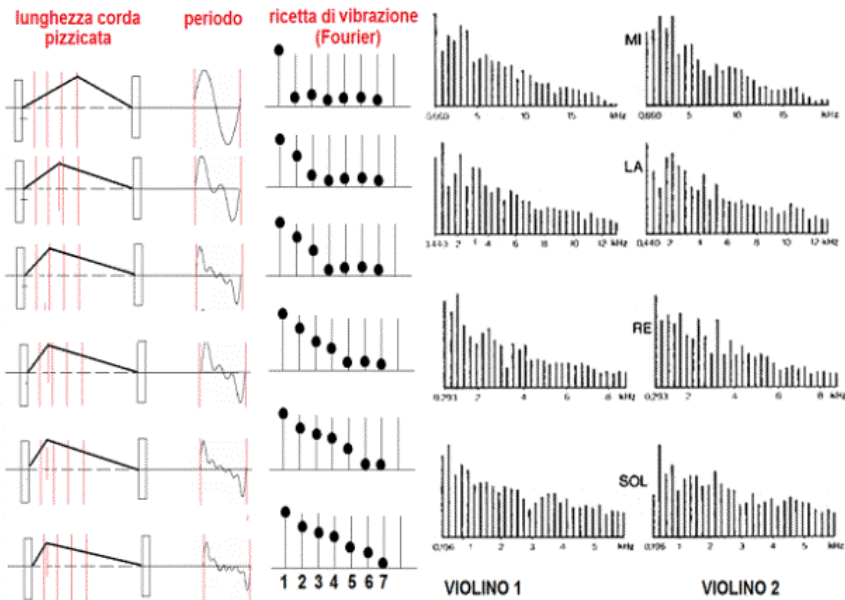


Oboe: alcune armoniche sono più forti della fondamentale

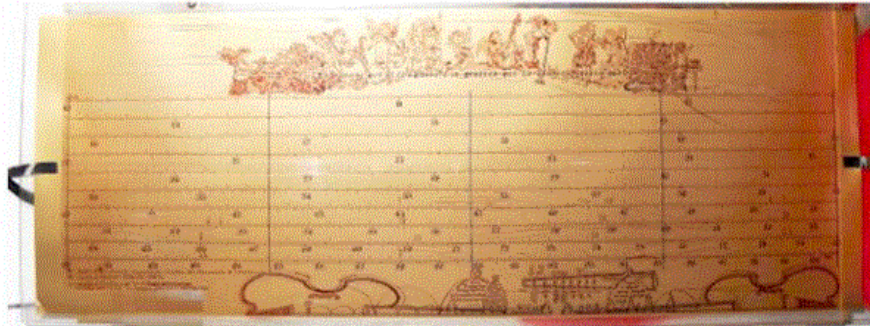


Clarinetto: sono evidenti armoniche dispari nei bassi

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



REGOLO CALCOLATORE PER FREQUENZE



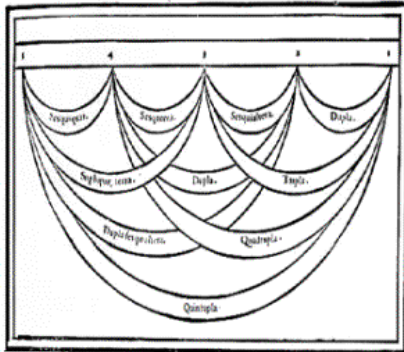
- Lo strumento elaborato attraverso misure logaritmiche individua i rapporti tonali in Hz ma anche in lunghezza di vibrazione in unità cents

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
diapente 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

OR A sopra la detta inuentione di Pitagora nasce vn dubbio,

Giuseppe Zarlino - Le istituzioni armoniche - Venezia 1558

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



Viola in Silvestro Ganassi
Lettione 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°	...e qual fa l'effetto del semitono minor	$x = 15/16 = 0,93$	111,73	re \flat
2°	... proporzione sesquiquarta	$x = 8/9 = 0,88$	203,91	re
3° per RASONE	... tora quella medema distantia che è dal primo al secondo	$x = 8/9 - (15/16 - 8/9) = 121/144 = 0,84$	301,27	
3° per PRATTICA	... semitono o voglia dire terza minor	$x = 5/6$	315,64	mi \flat
4° per RASONE	... al vero mezzo tra il terzo ed il quinto tasto	$x = 121/144 \cdot [(121/144 - 5/6) / 2] = 229/288 = 0,79$	396,87	
4° per PRATTICA	... consonanza di tono over terza minor	$x = 4/5$	386,31	mi
5°	... proporzione sesquialtera ... da poi, il sesto tasto sera terminato a mezzo dello spazio tra il quinto e settimo ma scorto: cioè tienlo de dentro il compasso la grossezza del tasto	$x = 3/4 = 0,75$	498,05	fa
6°	... da poi, il sesto tasto sera terminato a mezzo dello spazio tra il quinto e settimo ma scorto: cioè tienlo de dentro il compasso la grossezza del tasto	$x = [(3/4 - 2/3) / 2] = 1/12 = 0,083$	596,7	
7°	... proporzione sesquialtera	$x = 2/3 = 0,6$	701,95	sol
8°	... et l'ottavo tasto per il suo terminerà quella medesima portino che è dal quinto al sexto	$x = 2/3 - (3/4 - 0,71) = 0,63$	806,07	

MODALITÀ DI ACCORDATURA del pianoforte

L'accordatura può seguire scansioni 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 (23,46) = 696,09. La quinta temperata di Vallotti segue la formula = quinta perfetta meno 1/6 del comma pitagorico (23,46) = 701,95 - 1/6 (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	Eb-Bb	Bb-F	F-C
logaritm	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
Werckm	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



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

Giorgio Maggi

**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

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

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

Microsoft Excel - Microsoft Excel - accordatura				
File Modifica Visualizza Inserisci Formato Strumenti D				
	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



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

Giorgio Maggi

Maggi

Consigli utili per accordare il Violino

A. Maggi Maggi, un amaro Oligofo Ratti, milanesino di professione, 2014

Primo Riparto

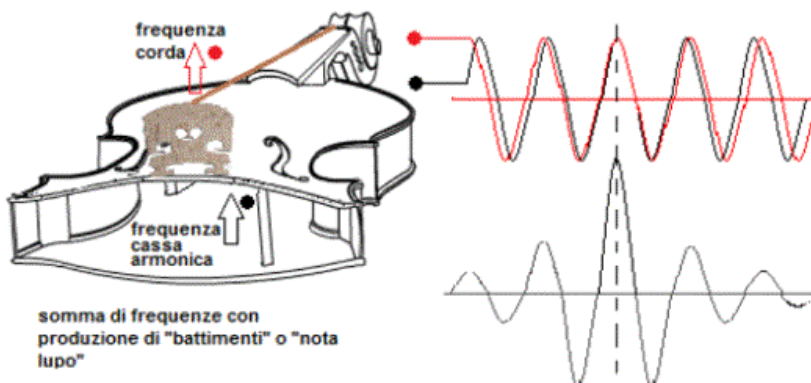
Secondo Riparto

Il grande accordo dell'orecchio è quello in cui il suono è quello che si sente, e non quello che si vede. Si accorda il violino con il proprio orecchio, e non con il diapason. Si accorda il violino con il proprio orecchio, e non con il diapason. Si accorda il violino con il proprio orecchio, e non con il diapason.

Il grande accordo dell'orecchio è quello in cui il suono è quello che si sente, e non quello che si vede. Si accorda il violino con il proprio orecchio, e non con il diapason. Si accorda il violino con il proprio orecchio, e non con il diapason. Si accorda il violino con il proprio orecchio, e non con il diapason.

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) Accordatura a tono medio caratterizzata dalla purezza delle triadi con le terze maggiori pure;
- 2) 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) 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 ...



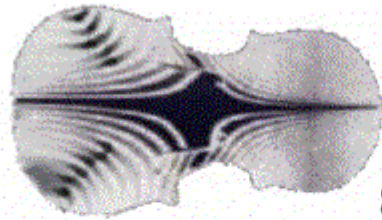
- Rendering: analisi oggettiva condotta sull'espressività musicale, relazione tra strumento e strumentista
- Terzo suono del Tartini, battimenti
- Check-up e messa a punto dello strumento per ridurre gli effetti della cosiddetta "nota lupo", di vibrazioni indesiderate e del settimo armonico operando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

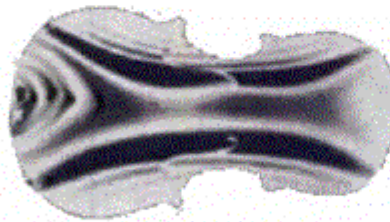
modi di vibrazione

verifica empirica



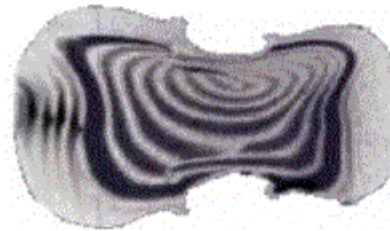
1

80 - 100 Hz



2

150 - 170 hz



5

350 - 360 Hz



Laboratori proposti per le Scuole Medie in visita all'Istituto, verificati tra il 2001-2003 presso la Scuola Media Sentati di Castelleone in cui il progetto è nato nell'ora di matematica e scienze e si è completato con la lezione di musica.

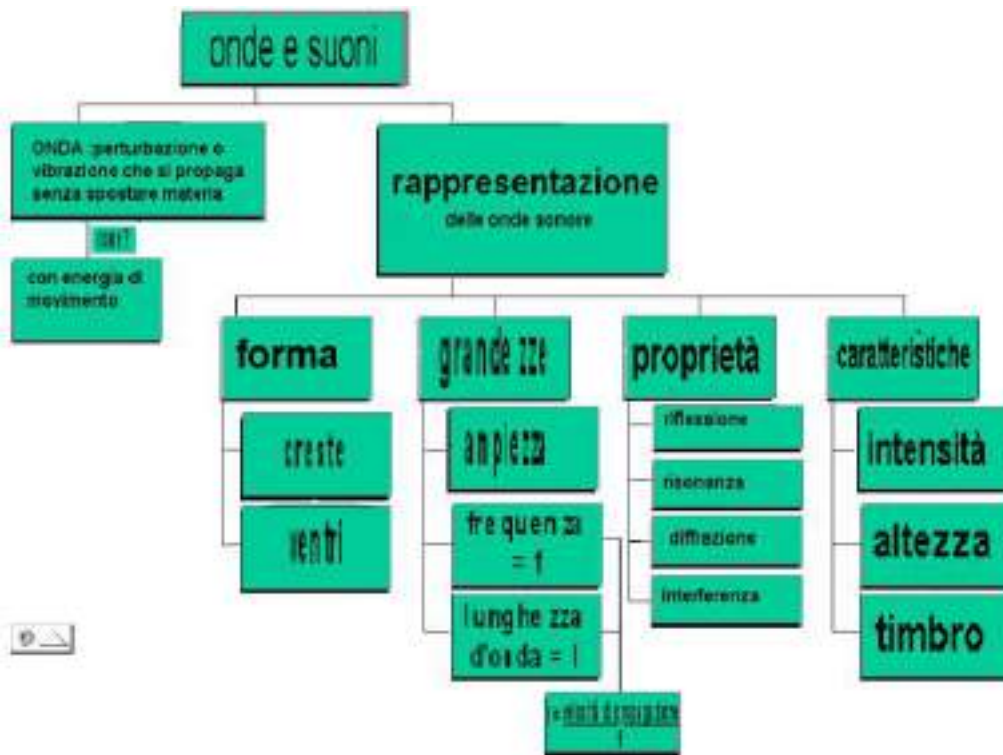
MUSEO DELLA CHIMICA E DEL VIOLINO IIS"J TORRIANI"



11 giugno 2016 In una tavola rotonda all'IIS Torriani dal titolo "[dal locale al globale](#)", organizzata da insegnanti di Musicologia, si recuperano in sintesi le lontane lezioni di Mario e Giorgio sulla musica etnica e le relazioni tra il [Tumbi indiano e il monocordo di Pitagora](#) (proposte preparate per una diversa didattica con riferimenti a nozioni di matematica e musica nella Scuola Media). Fa piacere che la lontana idea di Mario e [la sua lezione](#) si realizzi in diverse scuole cremonesi (Istituto C. Monteverdi, Istituto Stradivari Scuola di Liuteria) come introduzione allo studio del violino.

ONDE E SUONI

Lezione di acustica nella scuola media Classe IIE



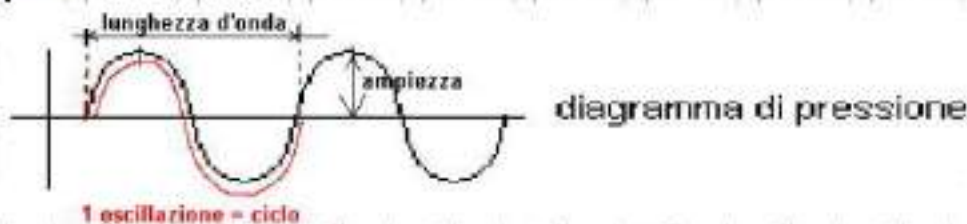
ONDE

- **ONDA è una perturbazione o vibrazione che si propaga attraverso un mezzo materiale**

Come?

- **Usando energia e**
- **Senza trasportare materia**

ONDE : grandezze



- **Lunghezza d'onda l = lunghezza di una oscillazione in metri**
- **Ampiezza = altezza dell'onda che corrisponde al valore di pressione**
- **Frequenza f = numero di oscillazioni al secondo (1osc/sec. = 1 hertz)**
- **Velocità di propagazione = $l \times f$**

ONDE : forma

- Il moto di un'onda è detto **ondulatorio**. Nell'aria il fenomeno avviene per successive compressioni e rarefazioni

pressione

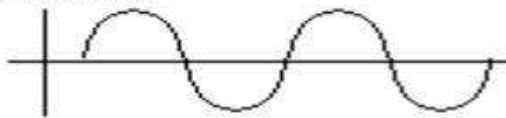
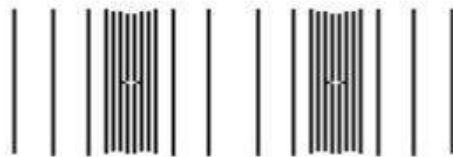


diagramma di pressione



compressioni e rarefazioni nell'aria

ONDE : proprietà

Proprietà delle onde sonore è quella di

- rimbalzare contro un ostacolo
(**riflessione**),
- di trasmettere energia ad un altro corpo vibrante
(**risonanza**),
- di aggirare gli ostacoli
(**diffrazione**),
- di sovrapporsi ad altre onde
(**interferenza**)



ONDE : caratteristiche

Una onda sonora

- può essere udita ad un volume più o meno alto

(intensità),



- può essere acuta o grave a seconda della sua frequenza di emissione

(altezza),



- può distinguersi da altre come dal rumore

(timbro).



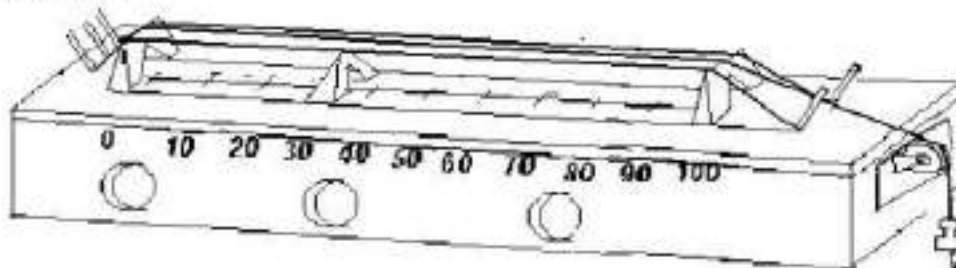
LABORATORIO DI FISICA ACUSTICA

- 1) Uno strumento musicale semplice come il salterio di Pitagora o il sonometro di Mersenne proposto in alcune stampe ci sarà utile per osservare che lunghezza, spessore e tensione di una corda sono tra loro in relazione e, variando opportunamente i loro valori è possibile variarne la frequenza e quindi l'altezza della nota emessa.
- 2) Abbiamo costruito alcune canne d'organo ed abbiamo verificato le loro dimensioni matematiche
- 3) Abbiamo studiato matematicamente una barra vibrante e sua cassa acustica di risonanza.

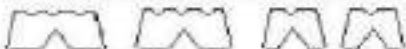
Sonometro o monocordo

SONOMETRO

cassa rettangolare in legno di abete montata con 2 corde appoggiate su due ponticelli a 1 metro di distanza e tese da 2 piroli; una terza corda centrale è tesa da un peso intercambiabile.



Il sonometro dispone di due ponticelli fissi e 2 mobili; di 4 pesi perfettamente uguali



Osservazioni pratiche in laboratorio con il monocordo

1) Abbiamo costruito il monocordo di Pitagora utilizzando una scatola di legno con un coperchio costituito da abete di spessore 3 mm e di lunghezza congruente ad una chitarra.

3) Su di essa abbiamo teso una corda di chitarra a cui è stato applicato un peso

• Esperimenti eseguiti:

• 1) pizzicando la corda essa produce un certo tono (es. DO) che potrà essere accordato con un flauto e con una tastiera

• 2a) Interponendo un piccolo ponticello di legno a metà della corda (1/2), abbiamo ottenuto lo stesso suono, ma più acuto di un'ottava. (infatti le vibrazioni della corda aumentano con il diminuire della lunghezza)

• 2b) Interponendo il ponticello di legno a 2/3 della corda e pizzicandola abbiamo ottenuto il sol

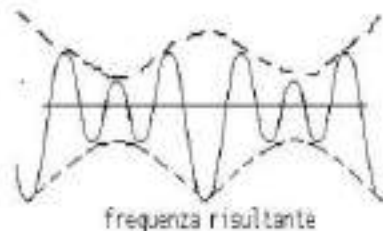
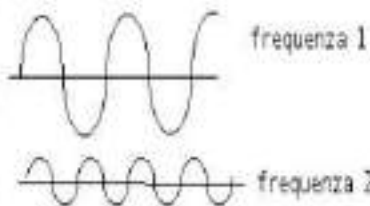
• 2c) Interponendo il ponticello di legno a 3/4 della corda e pizzicandola abbiamo ottenuto il fa e a 4/5 il mi

• 3) Aumentando di 4 volte il peso tensore si può ottenere l'ottava superiore (verificare che il quadrato della frequenza f per il suo peso tensore x è uguale al quadrato della frequenza ottava f_1 per il suo nuovo peso tensore x_1 , semplificando se $f^2 \cdot x = f_1^2 \cdot x_1$ e se $f_1 = 2f$ allora $x = 4x_1$)

laboratorio 1

Osservazioni pratiche con il monocordo

- Esperimenti eseguiti :
- pizzicando la prima corda essa produce un certo tono che potrà essere accordato con un flauto e con una tastiera pizzicando la seconda corda è possibile accordarla con la stessa nota (una differenza di accordatura evidenzia i battimenti e cioè



laboratorio 2

Osservazioni pratiche con il monocordo

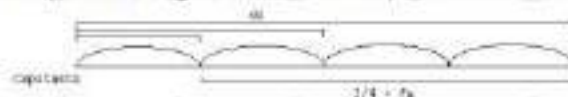
Interponendo un piccolo ponticello di legno a metà della corda (1/2), abbiamo ottenuto lo stesso suono, ma più acuto di un'ottava. (infatti le vibrazioni della corda aumentano con il diminuire della lunghezza)



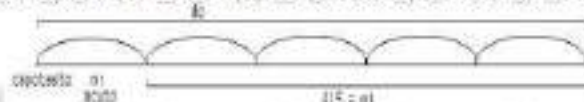
Interponendo il ponticello di legno a 2/3 della corda e pizzicandola abbiamo ottenuto il Sol



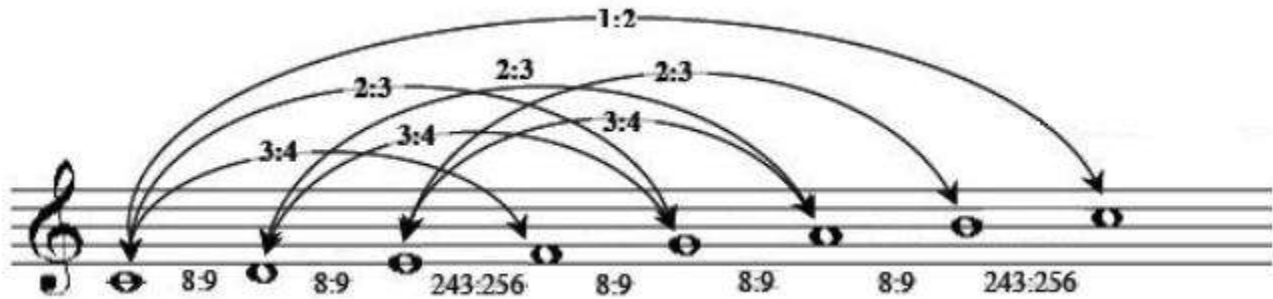
Interponendo il ponticello di legno a 3/4 della corda e pizzicandola abbiamo ottenuto il fa



Interponendo il ponticello di legno a 4/5 della corda e pizzicandola abbiamo ottenuto il mi



L'accordatura proposta agli studenti è quella di Zarlino che la definisce naturale e la ricava da Pitagora. Quest'ultimo individua i rapporti tra le note consecutive di frequenza dell'ottava così: $9/8$ (tono) e il rapporto $256/243$ (semitono). Dunque accordando per quarte ($3:4$) e per quinte ($2:3$) si ottiene



Se si ripete l'accordatura partendo da una nota diversa, ossia cambiano tonalità con gli stessi rapporti, si rendono evidenti consonanze. Allo stesso modo se si accorda per quinte ('circolo delle quinte') o per quarte, dopo 12 passaggi i diversi Do che risulteranno non saranno più all'ottava con evidente dissonanza.

Anche l'accordatura di Zarlino crea problemi nella accordatura di organi, cembali e liuti costretti da tasti o tastature. Il violino non dà questi problemi e il musicista "dotato di buon orecchio" sa costruire la sua nota che può essere un tono maggiore ($9/8$), tono minore ($10/9$) e semitono ($16/15$) ...

Simon Stevin (1548-1620), nel 1600 contesta Zarlino e Galilei descrivendo una accordatura basata sulla divisione dell'ottava in dodici semitoni uguali riprendendo le ipotesi di Aristosseno nel 320 a.C. Nasce il temperamento equabile per tutti gli strumenti a tastiera dal pianoforte alla chitarra.

Bach nel suo "Il Clavicembalo ben temperato" studia i pezzi musicali per una particolare accordatura (temperamento inequabile) tra i diversi tipi proposti da Andreas Werckmeister (1645-1706) nel suo trattato del 1691. In sostanza l'accordatura dello strumento è legata ad un giro armonico tra le ottave che preveda l'esclusione di alcune note per rendere le altre più assonanti tra loro.

Keplero, Cartesio, Eulero e Beeckam immaginano addirittura di applicare il temperamento e i suoi rapporti alla ricerca della bellezza del suono, alla astronomia e al carattere umano.

Nascono nel barocco le cosiddette "tabelle di soavità" in cui si studia l'ordine dei rapporti musicali per raggiungere la bellezza e che già erano state definite dallo studio dei rapporti aurei.

Bach fu tra i maggiori studiosi di questa ipotesi illuministica: descrive l'Arte della Fuga collegando i rapporti numerici e filosofici pitagorici di unità al tetraktys al principio speculare del Contrapunctus (bilanciamento degli opposti) alla "musica delle sfere" nelle Fuga metafora attraverso la frase musicale dell'innalzarsi dell'animo verso l'Empireo. Il musicista accomunò le lettere del suo nome B-A-C-H ai nomi delle note, nella scrittura musicale tedesca B=Sib, A=La, C=Do, H=Si, e molti passaggi nelle sue musiche contengono la sua firma musicale.

Approfondimento : calcolo delle tastature di una chitarra secondo il modello barocco di accordatura detto del "temperamento equabile" o del "clavicembalo ben temperato"

Il temperamento equabile inventato presumibilmente da Bach è diverso dal sistema di temperamento pitagorico che si basa sugli armonici

Dopo aver calcolato le tastature teoriche con Excel si può verificare il calcolo con un ponticello mobile

(il calcolo è stato realizzato con la formula $B1 = 100$; $B2 = B1 \cdot B1 / 17,81715$ in excel)

se scostando in B1 la misura del diapason della chitarra ottengo la misura delle tastature)

Misura temperamento equabile (equabile perché il rapporto tra il successivo e il precedente è sempre uguale e cioè = 1,05946 (che è la radice dodicesima di 2))

$B2 = B1 \cdot B1 / 17,81715$ Sistema pitagorico

C 100

D 94,3874

E 89,0899

F 84,0896

G 79,3700

A 74,9153

B 70,7107

C 66,7420

D 62,9980

E 59,4803

F 56,1231

G 52,9731

A 50,0000

diverso da

$$E = 100 \cdot 4/5 = 80$$

diverso da

$$F = 100 \cdot 3/4 = 75$$

diverso da

$$G = 100 \cdot 2/3 = 66,66$$

uguale a

$$C = 100 \cdot 1/2 = 50$$

(riducendo la misura del diapason di una chitarra interponendo un ponticello mobile è possibile calcolare le nuove tastature utilizzando la formula)

Discussione in classe

▪ **Abbiamo discusso:**

- 1) **le modalità di costruzione di un monocordo**
- 2) **calcolo della giusta accordatura**
- 3) **calcolo del temperamento equabile**
- 4) **calcolo degli armonici**
- 5) **Evidenze in Excel delle differenze tra le frequenze calcolate col metodo pitagorico e quelle ricavate con il metodo del temperamento equabile**
- 6) **calcolo delle lunghezze di canne e piastre vibranti**

Relazioni

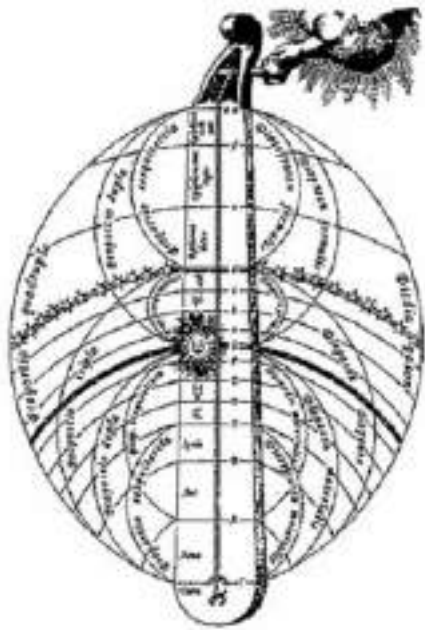
i

Si può fare lezione di musica nell'ora di matematica, ma anche nell'ora di lettere.

Si può fare musica anche costruendo lo strumento musicale.

Si può fare musica con quel timido studente arrivato dal Pangiab che raccontava del suo paese e per paradosso riusciva a ripetere la lezione di acustica con il suo Tumbi al posto del monocordo di Pitagora

Si può far lezione di musica imparando a suonare il flauto classico ma anche usando i più disparati strumenti musicali dal Kazoo alla trombetta giocattolo ...



Le proporzioni dell'Universo, congruenti all'armonia del monocordo sono analizzate da Robert Fludd in "*Utriusque Cosmi, majoris scilicet minoris, metaphysica, physica et technica historia*" (XVII sec.)

Fludd è fedele a Platone che nel *Timeo*, sostiene che le consonanze musicali rispecchiano l'armonia delle sfere celesti.

Anche Vitruvio, ritiene che la musica, il calcolo, la pittura, il disegno, la misura del tempo, la cosmografia, la geografia e l'astrologia siano le componenti della architettura dell'Universo.

E' con Vincenzo Galilei che nasce la scienza del suono intesa come vibrazione della corde e dell'aria; da qui Mersenne approfondisce gli studi sugli armonici per arrivare alla teoria armonica di Rameau, la teoria della percezione di Helmholtz, sino alle moderne teorie quantistiche e vibrazionali.



Il Tumbi strumento di musica, di acustica ma anche di ... conoscenza tra culture



Gli studenti ed il loro prof. alla inaugurazione della Scuola Media "Anna Frank" -CR 1966



APPUNTI SULLA TECNICA DI ACCORDATURA MUSICALE e note di FILOSOFIA

traduzione giorgio maggi

Mario si sedette al Piano, io accanto a lui. Estrasse da una borsa strani strumenti , alcuni feltri , un diapason ed un fischiello che provai subito a soffiare... mi guardò sorridendo e disse :” il DO diesis è uguale al RE bemolle ma allo stesso momento il DO diesis è diverso dal RE bemolle ... credo che il vero accordo si impari vivendo e non sempre ciò si verifica ...”



Le note seguenti sono state rilette da Mario, copiate ,interpretate ,rielaborate tradotte da testi diversi, desunte da osservazioni, al fine di introdurre un panorama delle informazioni base che attualmente esistono in materia.

SUONO e RUMORE

Il dizionario definisce rumore come un qualche cosa che manca alla piacevolezza musicale risultando all'orecchio notevolmente spiacevole.

Quando un pianoforte suona emette un tonalita'musicale mentre quando un martello batte si sente rumore. Tu probabilmente avrai capito che affinché un suono esista deve essere sentito e se il suono vibra in armonia con il tuo orecchio allora esso si dice suono musicale;se la vibrazione e' disorganizzata acusticamente allora essa si dice rumore.

CORDE DI UN PIANOFORTE

Se montiamo un filo metallico o corda sulla cassa armonica di un pianoforte e lo sollecitiamo con un pizzico o un leggero tocco di martelletto esso emettera' un suono

La tonalita' della vibrazione sara' determinata da

- 1)spessore della corda;
- 2)lunghezza della corda metallica;
- 3)tensione ;
- 4)rigidita';

(la qualita' del suono e' determinata dalla vibrazione fondamentale e dalle armoniche che sono 1,2,3,4...volte la frequenza della nota fondamentale)

(fissata la nota 28 come fondamentale posso sentire sul pianoforte le note armoniche suonando le note 40, -47, -52, -56, -59, un# ,64 do,do,sol,do,mi sibemolle,do)

PRODUZIONE DEI BATTIMENTI

Se una corda di pianoforte viene regolata a 440 (cicli o battimenti secondo) e una corda adiacente viene accordata a 441 ... , suonando contemporaneamente le due corde si avvertono particolari vibrazionidelle battimenti .

Se aumento o diminuisco la differenza in cicli al secondo delle due corde (avvicinandomi all'unisono)aumentano o diminuiscono le frequenze dei battimenti.

TASTIERA DEL PIANOFORTE

Fissato come 1 il numero del primo tasto(da sinistra a destra), pianoforte conta 88 chiavi delle quali 52 bianche e 36 nere(dette diesis). Impara questa sequenza : A-B-C-D-E-F-G-A :essa e' la successione della scala musicale da A-1 fino a C-88

Molti accordatori preferiscono chiamare i tasti neri con il termine diesis mentre i musicisti usano entrambi diesis e bemolle.

SCALA CROMATICA (da C-40 sopra a C-52)

INTERVALLI

un INTERVALLO è UNA UNITA' di armonia e risulta dal suono simultaneo di due note). Per i propositi dell'accordatore intervallo è la distanza tra due note misurata attraverso la loro differenza in tonalità'.

Se le due note sono suonate l'una dopo l'altra, l'intervallo è definito un MELODICO .Se esse sono suonate insieme, esso è intervallo ARMONICO.

La distanza da ogni nota alla prossima nota, più'alta (a il destra) o più'bassa (a il sinistra) è definito come un semitono ed è il più'piccolo intervallo.

Gli intervalli più' conosciuti sono di SECONDA, di TERZA, di QUARTA,... fino all'intervallo di ottava Esempio da da A a C è una terza, (è sempre terza da A a C#) UNISONO è un altro termine da imparare per definire corde accordate allo stesso valore in cicli/sec : nel pianoforte ogni nota acuta è composta da tre corde accordate all'unisono, le note centrali hanno 2 corde , mentre le ultime dieci note dispongono di una sola corda per nota.

Noi ora impareremo ad identificare gli intervalli contando i semitoni
da a numero semitoni intervallo nome

C-28	E-32	4	terza maggiore
C-28	D#-31	3	terza minore
C-28	F-33	5	quarta perfetta
C-28	G-35	7	quinta perfetta
C-28	A-37	9	sesta maggiore
C-28	G#-36	8	Sesta minore
C-28	C-40	12	perfetta ottava

Questi sono gli intervalli che si devono conoscere per poter accordare un pianoforte

TEMPERAMENTO EQUABILE

Affinchè i semitoni siano in rapporto armonico tra di loro è opportuno che sussista tra di essi un rapporto matematico dato dal numero 1,0594631 :un esempio chiarirà il conto matematico: fissata 2 la frequenza di una nota ,il semitono successivo sarà $2^{1/12}$ per 1,059...,il semitono successivo

sara' $2 \times 1,059 \dots \times 1,059 \dots$ e cosi' di seguito fino alla dodicesima nota che sara' $2 \times (1.059 \text{ elevato alla } 12)$ e il risultato sara' 4 (infatti la dodicesima nota e' all'ottava rispetto alla prima).

Quando i dodici semitoni sono equilibrati secondo questo metodo si dice che sono accordati secondo TEMPERAMENTO EQUABILE. J. ELLIS introdusse una unita' di misura detto Cent.

CENT : l'ottava viene divisa in 1200 cent e ogni semitono vale 100 cent (un orecchio educato puo' arrivare a sentire differenze di 3-4 cent)

COME ARRIVARE AL TEMPERAMENTO

Ora che sappiamo come accordare una ottava qualsiasi del pianoforte possiamo accordare tutto il pianoforte : per esempio la nota piu' bassa del pianoforte A-1 ha frequenza 27.5

Per ottenere la frequenza di A-13 (un ottava piu' alta) moltiplichiamo 27.5 per due e otterremo 55.00 (allo stesso modo per A-25 = 110.00 fino a A-85 a una frequenza di 3520.

A questo punto va' ricordato che una corda vibrando produce una serie di PARZIALI (TAVOLA B) che sono generati dalla FONDAMENTALE

Esempio: C-28 sul pianoforte da' una fondamentale che vale 130,81 C.P.S.

parziale nota C.P.S. intervallo

1	C-28	130.81	fondamentale
2	C-40	261.63	ottava sopra da C-28
3	G-47	392.44	quinta sopra da C-40
4	C-52	523.25	quarta sopra da G-47
5	E-56	654.07	maggiore terza sopra da C-52
6	G-59	784.88	minore terza sopra da E-56
7	A#-62	915.69	minore terza sopra da G-59
8	C-64	1046.50	una ottava sopra da C-52 e due ottave sopra da C-28

Ora, parti da C-28 e tenendo abbassato il pedale destro del pianoforte suona i parziali uno dopo l'altro da C-28 sopra a C-64 e impara gli intervalli. Per altro il nostro obiettivo è accordare il piano imparando battimenti e vibrazioni di una nota rispetto all'altra e a questo scopo saranno necessari esercizi

Per questo primo esercizio assumiamo che la nota C-28 sia perfettamente accordata (tecnica che vedremo piu' avanti) e ci proponiamo di accordare E-32 rispetto a C-28 : LA TABELLA 2 della appendice B indica le frequenze dei primi otto parziali di ogni nota nell'ottava temperata.

Individua C-28 sotto la colonna NOTE, prosegui verso destra finche' trovi la 5-a parziale (che produce 654.07 C.P.S. - cicli al secondo). Ora cerca E-32 nella stessa colonna e individua la 4-a di E-32 che produce 659,26 C.P.S.

Dalla differenza di 659 e 654 ottengo approssimativamente il valore di 5 C.P.S. e dunque deduco che tra C-28 e E-32 la giusta intonazione prevede che le due note producano battimenti con un valore di 5 cicli al secondo: l'esperienza rendera' facile questa operazione (il fenomeno e' dovuto al fatto che quando suoniamo una corda stimoliamo la produzione oltre che della fondamentale anche dei suoi armonici o parziali i quali daranno battimenti con altrettante fondamentali, armoniche o parziali di altre corde suonate contemporaneamente). Quale insegnamento acquisire dall'esercizio precedente? Si capisce dall'esercizio che se voglio verificare la esatta accordatura di una terza maggiore come quella tra C-28 ed E-32 devo valutare una produzione di battimenti di 5 CPS tra le due note suonate contemporaneamente (perche', ripeto, c'e' una leggerissima discrepanza tra i valori di frequenza di alcuni armonici prodotti dalle due note che essendo 654 e 659 danno battimenti). Il valore di una terza maggiore e' 5:4.

Ti daro' i valori degli intervalli che noi useremo piu' tardi per individuare i cosiddetti PARZIALI COINCIDENTI (ricorda che i parziali sono multipli interi della fondamentale: cioe' fondamentali per 1, per 2, per 3, eccetera) destra?

intervallo

unisono	1:1
ottava	2:1
quinta perfetta	3:2
quarta perfetta	4:3
terza maggiore	5:4
terza minore	6:5
sesta maggiore	5:3
sesta minore	8:5

Ricorda di moltiplicare la nota piu' bassa per il numero piu' grande del rapporto e la nota piu' acuta per il piu' piccolo.

Un'altro esempio: Dopo aver accordato E-32 con C-28, ora accordiamo G#-36 con E-32.

Prima operazione: determiniamo quale intervallo c'e' tra E-32 e G#-36 e fissiamo che e' una terza maggiore con rapporto 5:4

Seconda fase logica: 5:4 mi dice che la 5-a parziale di E-32 (cioe' il quinto armonico) dara' battimenti con la 4-a parziale di G#-36.

Terza fase: nota fondamentale 4°armonico
5°armonico

E-32	164,81	-	824,05
G#-36	207,65		830,56

Battimenti intervallo 5:4 = 5°arm. - 4°arm = 830,5 - 824 = 6,5

TECNICA DELL'ACCORDATURA

Si dovranno procurare gli attrezzi necessari e cataloghi sull'argomento

Gli attrezzi di base che servono sono:

1. la leva per accordare o chiave dell'accordatore
2. la forchetta di accordatura oppure barra di accordatura
3. la striscia di feltro
4. Feltri(felt) oppure gomme(rubber) mute(mutes)

Quando disponi dei necessari attrezzi preparerai il pianoforte all'accordatura. per prima cosa rimuovi i pannelli che coprono la struttura interna del pianoforte se e' un pianoforte a coda solleva o rimuovi il coperchio. Troverai la meccanica, le corde, la struttura metallica interna, e approssimativamente 220 caviglie che sostengono nell'acuto due corde per nota, nella parte centrale tre corde per nota e nel basso (circa 10 corde) una corda-filata per nota.

Le caviglie sono approssimativamente 2 1/4 a 2 1/2 pollici di lunghezza e sono fatte di ferro brunito e in alcuni casi sono nichelate; esse sono guidate in un multistrato o laminato di legno duro (acero) detto somiere dal quale sporgono un pollice, il tanto che basta affinche' si possa infilare la corda metallica nel cosiddetto "occhio" e la si possa tendere attorcigliandola per almeno tre volte.

Ora toglì il pannello sottostante al pianoforte e osserva che le corde appoggiano su due ponti di legno appoggiati alla tavola armonica, il primo supporta le corde acute e il secondo le gravi e la loro funzione e' quella di trasmettere la vibrazione dalla corda alla tavola di armonia.

A questo punto individua la nota C-40 al centro della tastiera e noterai che il martelletto colpisce tutti tre le corde. La nota C-40 vibra approssimativamente a 262 cicli al secondo (esattamente 261.626).

Ora proviamo a fare qualche esercizio per capire i battimenti: Prendi due "gomme mute" (vedi prec.) e inseriscine una sul lato sinistro ed una sul lato destro alle tre corde del do-40: sollecitando la

corda attraverso la pressione del tasto suonerà (delle tre) solo la corda centrale, e togliendo una sola delle gomme si udranno battimenti se le due corde non sono perfettamente accordate tra di loro. Ora poiché è difficile accordare "a mano libera" dovrai individuare la posizione migliore della chiave affinché tu possa variare leggermente la tensione della corda e arrivare alla migliore accordatura.

Ricorda che ruotando la chiave a sinistra la corda si allenta, mentre a destra la corda si tende. Ora cerca di uniformare la corda di sinistra alla corda centrale; parti molto lentamente aggiustando la tensione della corda e valutando momento per momento la differenza (come? basta che tu ogni tanto con il feltro muto ti interponga alla corda di sinistra evitando che vibri e quindi tu possa valutare come esempio il suono della nota della corda centrale)

È molto facile per inesperienza o troppa fretta andare oltre il valore della nota centrale: ciò può causare rottura della corda. Quando finalmente si raggiunge tra le corde praticamente l'unisono si cominciano ad avvertire i battimenti (buona regola esercitarsi a contare i battimenti al minuto perché ciò sarà utile più avanti e ciò lo si può fare come esercizio contando da 1 a 60 e controllando su un orologio---potrebbe essere utile sapere che la frase "I AM GOING TO TUNE" dura un secondo)

Un esempio per fare pratica di tempi e battimenti è quello di imparare a sentire 1,2,3,4,5,6,7,8 battimenti al secondo utilizzando le due corde del pianoforte che abbiamo ora accordato all'unisono e che sfaseremo leggermente con l'uso della chiave. Attenzione all'uso della chiave che deve essere ruotata o verso destra o verso sinistra, sicuramente non verso l'alto o verso il basso rischiando di rovinare la caviglia.

ADATTAMENTO DELLA CAVIGLIA

Dopo aver imparato a manipolare la chiave di accordatura e ottenere una buona accordatura, installiamo una caviglia.

Esperienza vuole che il primo approccio con un pianoforte consista nella regolazione delle caviglie che, dopo anni dalla precedente accordatura, si sono ben accomodate nella loro piccola nicchia e sono estremamente ostinate a muoversi durante le fasi della accordatura dimostrando grande resistenza.

Se tu tiri la corda armonica sopra tono (diesis) o sotto tono (bemolle) essa tenderà a tornare rapidamente nella posizione precedente.

Il sistema migliore è di compensare questa naturale tendenza con il tenere la corda leggermente sopra tono se è diesis o sottotono se è bemolle.

Questa tecnica di "ADATTAMENTO DELLA CAVIGLIA" richiede tempo e pratica e rappresenta il punto focale della accordatura: un importante elemento nell'adattamento della caviglia è quello di dare alla corda un solido COLPO e quando avvertirai che la caviglia si è "adattata", potrai essere sicuro di ottenere una solida accordatura.

L'operazione si ottiene ruotando la chiave di colpo verso il basso (attenzione non dare colpi a caso alla caviglia per poterla ammollare)

DIAPASON ACCORDATORE O FORCHETTA RISONANTE(TUNING FORK)

La forchetta risonante è in pratica una barra di acciaio a forma di U che risonando dà un tono puro (senza parziali). Le forchette più usate hanno frequenze accordatori di do-52 (523.252 C.P.S.), la-49 (440), oppure fa-33 (349.228).

La forchetta usata in questo corso il do-52. Ora blocca (rendi mute) le due corde estreme di un do-52 e disponi la chiave di accordatura nella caviglia centrale, a questo punto fai vibrare la forchetta armonica ed accorda.

Terminata questa prima operazione togliti il panno muto di sinistra e riprendi ad accordare la corda di sinistra come detto prima.

Le stesse operazioni ripeti a destra con la corda di destra.

Quando tutte e tre le corde saranno accordate avrai raggiunto l'UNISONO Ora nuovamente blocca con feltri muti le corde di destra e sinistra del do-52 così che possa risonare solo la corda al centro ;ora localizza do-40 su il pianoforte e blocca con il feltro muto le corde nello stesso modo : a questo punto puoi accordare le due corde 52 e 40 all'ottava.(ricorda che puoi arrivare alla accordatura perfetta quando non udrai piu' battimenti)

Se 40 e' diesis rispetto a 52 lentamente e gradualmente ruoterai la caviglia verso destra finche sentirai leggeri battimenti che tenderanno ad affievolirsi : a questo punto avrai raggiunto il tuo obbiettivo e cioe' quello di accordare l'ottava; se udrai di nuovo i battimenti farsi sempre piu' veloci significa che hai superato il punto di accordatura e stai andando sopra tono

Togli il feltro muto di sinistra e accorda la corda sinistra con la centrale, quindi fai la stessa cosa con la destra valutando sempre i battimenti.in questo capitolo tu hai capito:

1. quali sono le attrezzature necessarie
2. definizioni di parti importanti nell'accordatura
3. sistema per "ammutilire" le corde con il feltro muto
4. tecnica di accordatura con la chiave
5. come ascoltare per battimenti
6. come settare le caviglie
7. come usare la forchetta di accordatura
8. come accordare all'unisono le ottave

#

CHAPTER 3-1

SETTING THE TEMPERAMENT OCTAVE C-28 to C-40

There are many systems a beginning tuner can follow in order to set a good temperament. Most of them are very good and if followed accurately will produce the same results as the system I prefer; However, I believe the system I teach is easier to learn and a higher degree of accuracy is more probable.

The system outlined in this course is the one I have used for a number of years. I recommend it because I learned by a different method and after experimenting over the years, I found that I could set a better temperament in much less time than with any other method. I hope you find it as acceptable as I have.

If you have my tapes, you will see (hear) how easy it is to set a good temperament AND be sure that is a GOOD temperament before you move on the tuning the remainder of the piano.

1. You MUST be familiar with everything in this text up to this point before attempting to set a temperament. Some of the more technical information is not required, but everything else is essential.
2. You MUST practice daily, especially in the beginning stages. The learning process is very demanding of your time. You will not become a good tuner without a lot of hard work. I will provide the system and personal assistance (via audio tapes) - YOU provide the time.

I recommend you obtain, or have access to a piano that does not need too much (or any) repair. You can't get started if the hammers won't hit the strings or if strings are missing etc... If you have the luxury of practicing on a new large grand so much the better, but I also advise you to spend a good deal of time on a lesser quality piano.

Most of the pianos you will be tuning as a professional will not be "quality" pianos.

3. You MUST understand that you will not become a tuner overnight. Some may be proficient in a few weeks others will take much longer - and some simply do not have the ability to become a professional tuner. The latter category comprises a very small percentage of those who really put out the effort required.

Very little musical knowledge is necessary. Pianos are tuned by listening to and adjusting the vibrations of one string to another - NOT listening for pitch.

CHAPTER 3-2

background will help in understanding the theory, keyboard and interval recognition, but a tuner relies on simple mathematics rather than musical ability.

Once you have mastered this chapter, you will be well on your way to calling yourself a "tuner". There are numerous illustrations included in this chapter and will be very helpful to you when you receive them. Also the audio tapes provided to enrolled students will allow you to HEAR the beats referred to below. You do not need these illustrations or the tapes, but I sure wish I would have had them when I was first learning. They will save you many hours of trial and error.

STEP ONE NOTE:

When you are asked to tune an interval, you are to play the two notes of the interval TOGETHER (harmonically) while listening for the beats.

Before you begin to set the temperament octave, you must do the following:

A) MUTE THE ENTIRE OCTAVE FROM C-28 TO C-40

1. Insert your muting strip so all but one string are muted off. In the case of a three string unison, you will insert the strip on the left and right sides of the unison. In the case of a two string unison, it will be necessary to insert between unisons so only one of the two strings sound when the hammer strikes. Whatever the situation, just remember that only ONE string from each unison sounds when the hammer strikes.

B) MUTE THE TWO OUTER OF C-52 WITH RUBBER MUTES AND TUNE THE CENTER STRING TO THE C TUNING FORK.

1. To sound the tuning fork, hold it by the handle and strike it against your knee. Place the handle (stem) inside your ear. Close the earlobe and listen for the pitch.

C) TUNE C-40 TO C-52 SO THERE ARE NO AUDIBLE BEATS.

CHAPTER 3-3

D) TUNE C-2 TO C-40 THE SAME WAY. STEP TWO ALL DARKENED NOTES ARE THE NOTES TO BE TUNED

A) TUNE E-32 to C-28 so that E-32 is on the sharp side on beatless by approximately 5 C.P.S. - (Actual 5.19)

B) TUNE G#-36 to E-32 so that G#-36 is on the sharp side of beatless by 6 1/2 C.P.S. (Actual 6.54)

CHAPTER 3-4

C) TUNE C#-29 to G#-36 so that c#-29 is on the sharp side of beatless by approximately 1/2

C.P.S. or 2 1/2 per 5 seconds.

D) TEST - Play the minor third from C#-29 up to E-32 followed by the MAJOR THIRD E-32 up to G#-36. You will find that the minor third beats slightly faster than the MAJOR THIRD.

E) TEST - Play the interval from Ab-36 (same as G#-36) up to C-40. You should hear approximately 8 C.P.S.

CHAPTER 3-5

STEP THREE

A) TUNE F-33 to C#-29 so that F-33 is on the sharp side of beatless by 5 1/2 C.P.S>.

B) TUNE A-37 to F-33 so that A-37 is on the sharp side of beatless by approximately 7 C.P.S.

C) TESTS:1. Play the interval C-28 up to F-33 (a perfect fourth) followed by the interval F-33 up to C-40 (a perfect fifth). These two intervals will have the same beat rate.

Play the interval F-33 up to G#-36 (a minor third) followed by the interval G#-36 up to C-40 (a MAJOR THIRD). The minor third beats slightly faster than the MAJOR THIRD.

3. Play the interval C-28 up to G#-36 (a minor sixth) followed by the interval G#-36 up to C-40 (a MAJOR THIRD). The minor 6th & the MAJOR 3rd will have the same beat rate.

CHAPTER 3-6

D) TUNE D-30 to A-37 so that D-30 is on the sharp side of beatless of beatless by approximately 1/2 beat per second OR 2 1/2 beats per 5 seconds.

E) TESTS:

1. Play the interval D-30 up to F-33. It should beat at approximately 8 C.P.S.

2. Play a series of four MAJOR THIRDS beginning with C-28 up to E-32 followed by C#-29 up to F-33 followed by E-32 up to G#-36 and ending with F-33 up to A-37. These MAJOR 3rds will increase from 5 to 7 C.P.S.

3. Play the interval from D-30 up to F-33 (a minor 3rd) followed by the interval of F-33 up to A-37 (a MAJOR 3rd). Again the minor 3rd will beat slightly faster than the MAJOR 3rd

STEP FOUR

A) TUNE F#-34 to D-30 so that F#-34 is on the sharp side of beatless by approximately 6 C.P.S.

CHAPTER 3-7

B) TESTS

1. The MAJOR 3rd D-30 up to F#-34 and the MAJOR 6th C-28 up to A-37 will beat the same.

2. The series of Major 3rds starting with C-28 up to E-32 and ending with F-33 up to A-37 will increase from 5 to 7 C.P.S.

Play the MAJOR chord D-30, F#-34 A-37. It should sound pleasing to the ear.

C) TUNE A#-38 to F#-34 so that A#-38 is on the sharp side of beatless by approximately 7 1/2 C.P.S.

D) TUNE D#-31 to A#-38 so that D#-31 is on the sharp side of beatless by approximately 1/2 C.P.S. OR 2 1/2 beats in 5 seconds.

CHAPTER 3-8

E) TESTS

1. The MAJOR 3rd F#-A# will beat approximately the same as the minor 3rd C#-E.
2. The MAJOR 3rds beginning on D-F# and ending on F#-A# will increase from 6 to 7 1/2 C.P.S.
3. The minor 3rd D#-F# will beat slightly faster than the MAJOR 3rd F#-A#.
4. Ascending Fourths starting on C-F and ending on F-A# and the ascending Fifths starting on C#-G# and ending on F-C will gradually increase in C.P.S.

STEP FIVE

A) TUNE G-35 to D#-31 so that G-35 is on the sharp side of beatless by approximately 6 C.P.S.

B) TESTS

1. The MAJOR 3rd D#-G will beat approximately the same as the minor 6th C#-A#.
2. The MAJOR 3rds beginning with C-E and continuing up to F#-A# will increase from 5 to 7 1/2 C.P.S.

CHAPTER 3-9

C) TUNE B-39 to G-35 so that B-39 is on the sharp side of beatless by approximately 8 C.P.S.

FINAL TESTS:

Play all MAJOR 3rds starting with C-28/E-32 all the way up to G#-36/C-40. They should gradually increase from 5 to 8 C.P.S.

All ascending 4ths and 5ths should gradually increase in speed.

In this chapter, you learned:

1. How to mute off the temperament octave
2. How to set the pitches in the temperament octave
3. All "tests" needed to check your work as you go

TAKE ADVANTAGE OF ALL TESTS AVAILABLE. CHECK AND RECHECK YOUR TEMPERAMENT. MAKE ADJUSTMENTS AS NECESSARY UNTIL ALL INTERVALS SOUND PLEASING AND AS CLOSE TO THE ACTUAL BEAT RATE AS POSSIBLE. NEVER PROCEED ON TO TUNING THE REMAINDER OF THE PIANO UNTIL YOU ARE POSITIVE YOUR TEMPERAMENT IS AS GOOD AS YOU CAN GET IT.

CHAPTER 4-1 CHAPTER FOUR TUNING THE REMAINING "75"

The temperament has been set and we must now proceed to tune the rest of the piano by tuning BEATLESS OCTAVES.

On the surface, it seems that octave tuning will be relatively simple compared to setting the temperament, since our goal is to just tune all octaves up and down beatless.

This is true up to a point, and that point begins for most of us when we get above D-54 or below C-28. There are numerous reasons for this problem, and the situation varies from one piano to another.

When you reach the point in the treble or bass where you are hearing harsh or false sounds, you must rely on certain tests to ensure the octave is properly tuned.

There are many tests available and tuners must understand and use them on every tuning. Do NOT rely solely on the octave interval. You will find this insufficient.

Please read this entire chapter before beginning practice.

MUTE ENTIRE PIANO

I recommend you mute the entire piano as a first step for all tunings. This is simply to use your muting strips and individual mutes to mute off all but one string of a note. The previous explanations on how to use the mutes should be sufficient except for possibly a couple of points.

The top note (C-88) usually cannot be muted off in the same way as the other three string notes. You will have to place a mute between the left and center string or the right and center string. Also, on the other ends of the middle and treble sections (on some pianos) you may have to do the same.

Pianos are strung differently, so there is no one way to mute a piano that will work for all. The important thing to remember is that only ONE string per note should sound when a key is struck. When you are tuning a note that is muted off differently, be aware of which tuning pin you are turning. It is easy to place your hammer on a muted off string out of habit and turn it until the string breaks.

If you ever turn a tuning pin and hear no difference in the sound, always check to see if you are on the right pin.

I usually use two muting strips to mute off the treble and tenor sections (three string sections) and individual mutes for the ends of these sections and the bass.

The correct way to insert the muting strip is to use either the end of a wire rubber mute or a screwdriver to push the felt

CHAPTER 4-2

between the strings. Make sure you make the fold high enough so the middle string is not muted.

The only problem you may have is in using the muting strip on the lower part of the extreme upper section.

The dampers must be pulled back and the strip inserted between them and the strings. Push on the right (sustain) pedal and also help with your hands to accomplish this. Care must be taken to not tear off any damper felt.

After you have muted the entire piano, play each note and ensure that only one string is sounding and you have not somehow muted off all strings of a unison by not making the loops in the muting strip high enough.

Now, you can proceed to tune the remainder of the piano by tuning beatless octaves. The first octave to tune is C#-41 to C#-29. Then tune all octaves up until you reach C-52. Then tune all the notes from B-27 to the bottom of the piano. Return to C#-53 and tune up the entire scale.

Keep in mind that since the temperament was set from C-28 to C-40, When you tune octaves up and down the piano you are automatically adjusting the temperament by tuning

BEATLESS OCTAVES - C# to C#, D to D, D# to D# and so forth up and down. If this still sounds confusing, review the beginning chapters once again.

I will now present numerous octave tests and you will have the opportunity to decide which ones appeal to you and serve you best.

ONE WORD OF CAUTION! Don't bog yourself down by using more tests than necessary. You may find a normal 90 minute tuning turning into over two hours very quickly. Tests are necessary and must be used, but try to find a happy medium between too few and too many. It will come WITH TIME - With Time - with time...

TESTS WITHIN THE OCTAVE BEING TUNED

Refer to Appendix A while studying the following examples.

A) When tuning B-27 from B-39, you can compare the beat rates of the MAJOR THIRD G-35 to B-39 and the minor sixth B-27 to G-35. They should be the same.

B) The minor third B-27 to D-30 will beat the same as the MAJOR SIXTH D-30 to B-39. Also, the FOURTH/FIFTH test explained previously is very helpful between F-33 and C-52. This test requires that in any octave, a perfect fifth above a perfect fourth will beat the same as the fourth. EXAMPLE: C-28 to F-33 (a perfect fourth) will beat the same as F-33 to C-40 (a perfect fifth).

CHAPTER 4-3

The tests described so far can be used in any octave, but unfortunately they become increasingly less useful when reaching the high treble and the low bass.

The FOURTH/FIFTH test is usually effective above F-33 and below C-52. This will vary from piano to piano.

The minor third/MAJOR SIXTH test described above is useful between C-16 and C-64. When tuning DOWNWARD, if the minor third beats FASTER than the MAJOR 6th, the lower note of the octave is sharp. If the minor third beats SLOWER than the MAJOR 6th, the lower

note is flat.

Conversely, when tuning UPWARDS, if the MAJOR 6th beats faster than the minor 3rd, the upper tone of the octave is sharp. If it beats slower, the upper tone will be flat. In other words, the two intervals should have the SAME BEAT RATE.

TESTS EXTENDING BEYOND THE OCTAVE BEING TUNED

MAJOR THIRD/TENTH TEST

A very good test in tuning up to C-64 is the MAJOR THIRD/TENTH TEST. For example, if you are tuning G-35 from G-47, the interval from D#-31 up to G-35 will beat the same as the interval (tenth) D#-31 up to G-47. If the tenth beats faster than the MAJOR THIRD, the upper note of the octave is sharp. On the other hand, if the tenth beats slower than the MAJOR THIRD, the upper note of the octave is FLAT. This test is similar to the minor third/MAJOR SIXTH test in that the beats of the intervals are alike.

This test is useful when tuning downwards by ensuring that the beats of the descending tenths become SLOWER as you proceed towards the bottom of the piano.

USING DOUBLE OCTAVES

When tuning in the upper treble it is useful to check your upper note by comparing it with the note two octaves below.

OCTAVE TENTH TEST

When tuning the high treble, another useful test interval is the OCTAVE/TENTH. This is simply the tenth extended by an octave. This test is applied in exactly the same way as the MAJOR THIRD/TENTH test. EXAMPLE: When tuning C-64 to C-52 you would compare the beat rates of G#-36 and C-40 with the beat rates of G#-36 and C-64. They should beat the same, in this case, approximately 8 C.P.S.

This test is also useful in tuning the low bass in the same way as the MAJOR THIRD/TENTH test - by listening for gradually decreasing beat rates as you descend.

CHAPTER 4-4

OCTAVE/MINOR SEVENTH TEST

One more test to use in the extreme low bass is the OCTAVE/minor seventh test.

EXAMPLES:

C#-29 down to d#-7 = 5 beats per second

A-25 down to B-3 = 4 beats per second

G-23 down to A-1 = 3 1/2 beats per second

TIPS

TREBLE TUNING

When tuning the upper treble, you must be aware of the fact that the tone will fade rapidly after the string is struck. It is sometimes necessary to strike the string repeatedly and loudly to overcome this problem.

FALSE BEATS are prevalent in the treble beginning as low as D-54 and continuing upwards. Some pianos will have many, others very few. Refer to the section on false beats (below).

The extreme upper treble can be tested by running two octave arpeggios up to the note being tuned in addition to the double or triple octave tests.

BASS TUNING

Elsewhere in this course we discussed the fact that the upper partials of a fundamental are not necessarily equally tempered, but the tuned piano IS. Therefore, since the upper partials of the low bass notes are low enough, they will clash with higher notes on the keyboard and WILL be heard.

It is for this reason that we tune the low bass notes to the TEMPERED intervals of the TENTH (octave and a third) and the SEVENTEENTH (two octaves and a third). Also, the interval of a TWELFTH (octave and a fifth) can be used in the same way, although the twelfth will beat so slowly as to almost seem beatless. This makes it a good test to ensure you are not way off course.

FALSE BEATS

You have been taught to tune unisons and octaves beatless and of course this is the goal. However, you will find that even though you have muted off all but one string of a unison, that one string will sometimes produce beats when struck. It may be the center string, or either of the two outer strings.

CHAPTER 4-5

If you have ten piano technicians discussing the problem of false beats, you will probably have ten different solutions to the problem. Solving this problem is beyond the scope of this course, but coping with the problem is something you will have to do.

False beats usually occur anywhere above C-52.

When you are tuning a unison and one string of the unison beats when sounded alone, your only recourse is to tune the other strings of the unison so the least amount of beats are audible when the note is struck

The higher the quality of the piano, usually the fewer false beats are present. However, I must say that as of now (1991) I have been tuning pianos for over 30 years and in can recall very few pianos that were completely free of false beats. One was a concert grand and the other surprisingly was a medium priced console.

Causes for false beats are many, so I will only list a few of the most common.

1. A twist or kink put in the wire on stringing
2. Faulty bridges and/or bridge pins

3. Wire of uneven thickness
4. Rust on the strings
5. Poor scaling

This is a problem you will live with throughout your tuning career. You now know how to detect false beats so you must learn to compensate as best you can.

Just remember, if you are trying to tune a beatless unison, and you simply cannot stop the beats, check each string of the unison and see if a false beat is there.

BASS STRINGS BUZZING

Occasionally, you will find a definite buzz when tuning a bass string. This buzz is usually a result of improper installation or a break in the copper winding.

Rather than immediately replacing the string, loosen the tension enough to slip the bottom of it off the hitch pin. Then twist the loop a full turn in the direction in which the winding points. Replace the string on the hitch pin and tune. If the buzz is still there and you can determine that it is not coming from another source, you should replace the string.

Follow the instructions in chapter six and remember to twist the bottom of the string as described above before tuning. It will save having to do it a year or two later.

CHAPTER 4-6

In this chapter, you learned:

1. How to mute the entire piano
2. Tuning tests to use within the octave being tuned
3. MAJOR THIRD/TENTH TEST
4. Double octave test
5. Octave tenth test
6. Octave/minor seventh test
7. Important tips on treble tuning
8. Definition of "False Beats"
9. Why bass strings sometimes "buzz" & how to stop it

Chapter 5-1

CHAPTER FIVE

PITCH RAISING AND LOWERING

All pianos are now manufactured to be tuned to the standard pitch of A-440. This simply means that the note A-49 will sound at 440 cycles per second when properly tuned.

Pianos that are much lower in pitch than the standard will sound lifeless or dull. The strings do not have the tension necessary to produce the correct piano sound.

You have heard people say that the piano is too old and the sound is "tinny" or other descriptive words. The fact of the matter is that an old piano can sound just as good and sometimes better than many new ones when tuned correctly.

If the piano is 1/2 step or more below the standard pitch and the unisons are also out of tune, it

will obviously produce the "BARROOM" sound associated with old pianos.

If there is no mechanical problem which prevents the piano from being brought up to pitch and tuned, you should have no problem in having a satisfied customer when you are through.

As a matter of fact, many older pianos, when tuned to pitch will produce a better sound than newer pianos.

CAUTION: Always tighten the plate bolts and look over the entire piano for defects that may prohibit a pitch raising. Test a few tuning pins to see if they have the necessary torque to hold the extra tension you will be applying.

Pianos that are sharp to the standard pitch are putting more stress on the plate than it was built to withstand.

Although there is less probability of breaking strings when lowering the pitch, it nevertheless is just as time consuming as raising the pitch.

WHY PIANOS GO OUT OF TUNE

If I've heard it once I have heard it hundreds of times "I didn't know pianos had to be tuned that often"! Most of your new customers have no idea how often or even IF pianos need tuning. You should spend at least five minutes trying to educate your customer. It will pay off in obtaining more regular tunings.

A number of factors are involved in causing a piano to go out of tune. You will hear many times that the reason the customer waited so long to have the piano tuned is that no one ever played it. They think that playing the piano is the only reason it will go out of tune. Although this is one cause, it certainly is not the main one.

Chapter 5-2

Changes in temperature or humidity have a drastic affect on the stability of the pitch. Pianos have a tendency to go sharp in high humidity and flat in low humidity.

You will find that a late summer tuning in a high humidity area will (IF the piano is tuned regularly) occasionally require a pitch lowering, whereas a late winter tumay require a pitch raising. If the piano is of good quality and is serviced regularly, the pitch should not be terribly off, but you will see that this will be rule rather than the exception to some degree.

If a piano is let stand from year to year without being tuned, it will go through numerous rises and falls.

The result usually is a lowering of pitch. It will normally fall more than it will rise from season to season.

Obviously, the same piano will react differently depending on the atmospheric conditions in which it is placed. In a modern house, with modern controls for temperature and humidity, a piano will stay in tune much longer than it would in a house with little or no insulation and poor temperature controls.

Years ago, little could be done to alleviate this problem. Some piano owners kept pots of water in the bottom of the piano and a number of potted plants in the area during the dry months. During the high humidity months, light bulbs were put in the bottom of the piano to draw out the humidity.

Today, there are humidity control systems sold by the supply houses that greatly reduce this problem. Pianos with these systems still require regular tunings, but they will not go out nearly as fast or nearly as far in a normal tuning interval of six months.

I never fail to recommend these systems to my customers. Not only will you make a profit on the installation (up to \$150.00), you will have easier tunings from then on. The customer benefits because the piano will always be very close in tune if it is serviced regularly. Everybody wins.

One major problem that you encounter while tuning that is caused by fluctuations in humidity is tuning pins that are too tight or too loose. Pins that are too tight are very difficult to set and pins that are too loose are impossible to set.

Regardless of the reasons for pianos going out of tune, our job is to put them in tune.

PITCH RAISING

I will begin with the recommended procedure to raise the pitch since this will occur more frequently than a pitch lowering.

Chapter 5-3

A number of factors must be weighed before you attempt to raise the pitch of a piano. These include:

1. The age of piano
2. The condition of the piano
3. How far down in pitch the piano is

A new piano should be tuned at least four times the first year. It has been my experience that hardly anyone other than manufacturers and technicians are aware of this fact. Some sales personnel understand this, but are reluctant to tell their customers. I can only assume that since this fact will add the cost of the tunings to the price of the piano, they are afraid of losing the sale. A sad situation, but I'm afraid it is too often true.

My hat is off to those respectable merchants who not only tell their customers of the importance of those first four tunings, but also provide at least one or two of them without cost. I personally believe they would sell more pianos this way.

A new piano that has only been tuned once and then let stand for a few years is much harder to tune than an older piano that has been tuned regularly over the years. This is usually very difficult to explain to a customer.

You will find the newer piano that has not been tuned will require more frequent tunings for the first couple of years than you would normally recommend. You possibly will not have string breakage or structure problems as you may on an older instrument, but the tuning stability will take some time to establish.

An older piano presents a number of interesting problems. Let's take a hypothetical situation and work it out.

A tuner just received a call from a potential customer and it goes something like this.

CUSTOMER: How much do you charge for a tuning?

TECHNICIAN: Let me ask you a few questions and see if I can answer that without inspecting your piano. What kind of piano do you own?

CUSTOMER: An old one that has been in the family for years.

TECHNICIAN: Is it an upright or a grand?

CUSTOMER: What is the difference?

TECHNICIAN: Explains...

CUSTOMER: I guess it is an upright

TECHNICIAN: How long has it been since it has been tuned?

Chapter 5-4

CUSTOMER: (long pause) It doesn't seem to be too far out but I guess it has been eight or nine years. (At this point, you should assume that it has been much longer).

TECHNICIAN: Explain that it is possible the piano has gone so far out of tune that it may take more than one tuning to get it up to pitch. Outline charges.

CUSTOMER: They either say O.K. or that they will call back. We will assume they say O.K.

An appointment is set and upon arrival we find:

A piano that obviously has not seen a technician for many, many moons, if ever. We also find that every picture and ornament imaginable is piled on top of the piano. She/He says, "I didn't know you had to lift up the top???"

Eventually, you get the lid up and the top panel off.

You see strange things inside. Paper clips, hair pins, traces of varmint residue, some rust on the strings and tuning pins, some moth eaten hammers...

At this point it is hard not to deliver a lecture on the merits of regular service - DON'T! That is the quickest way I know of to lose a customer. They do not want to hear how delinquent they have been. They only want to know if you can fix it for nothing.

Now, it is recommended that you inform the customer of all the problems you see and explain that tuning the piano will not necessarily take care of them. This is sometimes hard to do, because the average owner cannot understand that tuning and repair/regulation are separate operations.

However, do the best you can because if you tune the piano without any other work being done and they start playing it, the other problems will surely surface.

The customer says to "just tune it" and we will worry about the repair work later. This is fine if all the hammers hit the strings, the tuning pins are tight enough and the strings are all there. Also,

you will check the bridges to ensure they are not cracked and will withstand a tuning.

We will now assume the piano CAN be tuned in spite of any other mechanical problems.

You must now (if you haven't already) determine just how far down in pitch the piano is. Once you determine this, you will be able to tell the customer the procedure necessary and approximately the charge required. Explain that it is always possible that some strings may break and this would require an extra charge.

Chapter 5-5

NOTE: In the section on minor piano repair which is on the "BUSINESS" disk, you will receive instruction on how to make most of the minor repairs necessary in the customer's home. String replacement is discussed in Chapter six of this book.

There are a number of ways to accurately determine the pitch of the piano and I will briefly describe them.

After experimentation, you will decide which method you prefer.

ELECTRONIC METHOD

By far, the easiest and fastest method to determine the frequency of the notes on the piano is by using an electronic device. I occasionally use the "SIGHT O TUNER" which can be purchased directly from the inventor, or from at least one supply house. Many other brands are available, so if you are interested in this method, you will have a decision to make.

I must emphasize that you should NOT purchase an electronic tuner until you are capable of tuning a piano with just a tuning fork, mutes and your ear.

A discussion on electronic tuning and why I SOMETIMES rely on this method is provided to enrolled students on the audio tapes.

Three reasons for learning the correct way of tuning:

1. What happens when your electronic device fails? Do you turn to the customer and say "I'm sorry, but my tuner is not working"? YOU are supposed to be the tuner.
2. A tuning fork is provided with the basic tuning kit - The best electronic tuner costs at least \$1000. The best tuning device available is YOUR EAR, which I believe was provided at no cost.
3. Complete satisfaction and confidence in your abilities. You are in charge - you can handle any situation without an electronic aid.

AURAL METHOD

If you do not have access to an electronic tuning device, you will be able to determine the pitch

of the piano by simply using your ear and applying the expertise you learned earlier in this course.

Chapter 5-6

Let's assume that you have only a "C" tuning fork which sounds at 523.251 C.P.S. When you sound this fork and then sound C-52 on the piano, you will obviously hear something other than a tuned unison. REMEMBER to mute off the outer strings of C-52.

Let's further assume that when you sound the fork with the string that C-52 sounds "lower" than the fork, and you can hear beats.

Recall from previous discussions you learned that there are 100 "cents" between each 1/2 step. This is true throughout the piano scale, but C.P.S. and CENTS do not coincide in the same way.

For example, when you were practicing tuning unisons and then adjusting the left string to beat at 1,2,3,4, etc.

C.P.S., each cycle per second equated to a specific number of CENTS.

If the center string of A-49 is set at 440 C.P.S. and the left string is set at 438 C.P.S., you will hear two beats per second. This also is a distance of 7.88 CENTS.

If you hear eight beats, the distance would be approximately 32 cents.

For those of you who would like a formula to figure out this relationship between C.P.S. and CENTS here it is!

On a Texas Instrument (TI-55): $440/438 = \log/2 \log \times 1200 = 7.887$

For a more complete illustration, let's assume that you sound A-49 on the piano with an A-440 tuning fork and find that the piano is beating 6 C.P.S. flat.

1. enter 440 in the calculator and divide by 434
2. press the = sign
3. press the log button
4. divide this result by 2
5. press the log button (do not press = first)
6. multiply by 1200 and you should get 23.77

This tells you the piano is approximately 24 cents flat.

Believe me, you DO NOT have to know the above procedure to determine the approximate pitch of the piano, but there are some people who like to know exactly how these pitches are calculated. More power to them - I didn't learn this procedure until I had been tuning over 10 years.

NOW, for the procedure I have always used. Let's say that you know the piano is pretty far flat, but the beats are so fast in the C-52 region that you cannot count them.

Sound C#-53 and the C-52 fork together. If the C# is close to the pitch of the fork, the piano would have to be

Chapter 5-7

close 1/2 step or 100 CENTS flat. If the C# is lower than the fork, the piano would be over 1/2 step and if the C3 is higher than the fork, the piano is less than 1/2 step flat.

The point is, you must determine APPROXIMATELY how far flat the piano is so the proper pitch raising procedure can be applied.

If your tests show that the piano is very close to the standard pitch, you will merely set a temperament and tune it the normal way. However, if the piano is close to a quarter step flat, you must first bring it up to slightly over standard pitch and THEN set a temperament and tune.

1/4 STEP (50 cents) FLAT

It has been my experience that a piano will fall about 25% of the distance it is raised in one tuning rather quickly. Since we are attempting to raise the pitch 50 cents, we will raise it over pitch approximately 12 cents (50/4).

To do this, mute off the two outer strings of C-52 and tune the center string to the fork so you hear NO beats. Now pull out the right mute and raise the right string OVER the middle string until you hear 4 C.P.S. In this area of the piano, 4 C.P.S. = approximately 12 cents. Then tune the middle and left strings to the right one. You now have C-52 tuned about 12 cents sharp.

If the piano is less than 1/4 step flat, just decrease the distance you pull the string over pitch. Now, mute the entire piano - set a temperament and quickly pull the strings close to pitch. At this point you are not "fine tuning". You just want to stretch the strings, so don't worry if your temperament or octaves are not perfect.

After you finish this very "rough" tuning, check C-52 against the fork and see how far down the piano has fallen.

You may have to repeat this procedure more than once before the final tuning.

A WORD OF CAUTION: If there is rust on the strings, always turn the pin DOWN first before raising it up to or over pitch. This will tend to break loose the rust bond and string breakage is less likely. If the strings are extremely rusty, you may be better off telling the customer that the piano should be tuned at a lower pitch due to the high probability of string breakage.

Chapter 5-8

OVER 1/4 STEP FLAT

If the piano is between 1/4 and 1/2 step flat, the above procedure will work on some pianos and not others.

The condition of the pin block, strings and so forth will determine this. An extra "rough" tuning may be necessary, but essentially you follow the same procedure.

If the piano is over 1/2 step flat, I recommend you give it a minimum of two rough tunings and return in a few days for one more rough tuning followed by the final "fine" tuning. The space of a few days is usually necessary to let the piano "settle". When you return you will have a pretty good idea of how well the piano will hold its pitch.

Your first rough tuning on a piano that is 1/2 step flat can be easily accomplished by simply starting at the bottom of the piano on A-1 and tuning it to A#-2, then tune A#-2 to B-3, and so on all the way up to C-88. Just one string per unison first and then pull up the others.

Your second rough tuning will include setting a temperament. Pianos that are a full step or more flat will require the above procedure and a return visit one, three and six months later before you can be reasonably sure that the pitch is stabilized.

When a piano is over a full step down, care must be taken so the tension is applied evenly throughout the piano.

If the piano is old and in generally poor shape, it is a good idea to bring it up 1/4 step or so at a time. It is rare that a plate will crack, but why take chances?

I know I have said this a few times before, but it is worth repeating - Mute the entire piano and apply tension to one string per unison throughout the scale. This method will stabilize the pitch in a shorter time and the possibility of damage to the instrument is much less.

Please understand that the above procedures are based on my experiences over the years. I have discussed this subject with many technicians and found that many of them will pull up the pitch of a piano (regardless of how far down it is) and immediately set a temperament and fine tune it.

I have done this many times in the past, and am convinced that the procedures I outlined above work best for ME. After you have tuned for a while, you will decide what works best for YOU.

Chapter 5-9

PITCH LOWERING

To lower the pitch, simply reverse the procedure you use in raising the pitch. You will go below the standard pitch by 25% of the distance the piano is sharp.

Depending on how far sharp the piano is, you will rough tune until it begins to hold and then fine tune.

It is rare that a piano will go as far over pitch as it will go under. Only in climates with consistently high humidity would you find this situation. We are so used to tuning flat pianos that it feels awkward to tune one that is sharp. Once you get used to "setting the pin" in reverse, you will have no problem.

In this chapter, you learned:

1. Precautions to take when raising the pitch of a piano
2. Why pianos go out of tune
3. Importance of humidity control
4. Brief explanation of electronic tuning (more on tapes)
5. How to determine the pitch of the piano you are going to tune either just your ear and a tuning fork
6. "technical" info on how to find pitches without using the charts
7. Raising the pitch less than 1/4 step
8. Raising the pitch more than 1/4 step
9. Pitch lowering

Chapter 6-1

CHAPTER SIX

REPLACING A STRING

Although this course "STRICTLY TUNING" does not offer instruction on piano repair per se, there is one procedure that is necessary to include in any discussion on tuning.

That is the replacement of a piano string.

No matter how careful you are, and no matter how new a piano may be, it is possible that a string will break during a normal tuning. It is more likely to happen on an older instrument, but just be aware that it can happen any time to anyone. You should know how to make a number of other minor on the spot repairs before you take on your first customer, but for sure, a piano will not make a sound without a string.

Numerous other minor repairs are explained on the "BUSINESS" disk which you will receive when you enroll as a student.

It is possible that in the beginning stage of your Piano Service Business, you may want to concentrate on tuning and farm out repair work to other technicians in your area. This is not a bad idea for a number of reasons:

1. You will be able to begin advertising and tuning immediately upon completing this course. This means \$ will be coming in right away.

2. You will be making contacts with other people in this business and as a result will learn a great deal about the prospects in your area.

3. You will not be "pressured" into learning everything about piano servicing before you start tuning. You can take your time with the repair phase take on more and more of this type of work as you are learning.

Of course, if you currently are making a living in some other pursuit, I would recommend learning all I have to offer BEFORE you start. This way, when you open your business you can advertise "TUNING/REPAIR" rather than just restricting yourself to tuning alone.

It is beyond the scope of "STRICTLY TUNING" to go into a complete restringing project. We will concentrate our efforts here on single string replacement.

First, just as in tuning, you need the necessary tools.

When you look through supply house catalogs, you will see there are a great many different shape tools to accomplish the same result. Most of these are excellent so I will not tell you exactly which one you need, just the type of tool necessary.

Chapter 6-2

YOU WILL NEED:

A wire gauge

Tuning hammer (you should already have)

Chain nose or long nose pliers

Wire cutters

Standard type pliers

String lifter

String spacer

Stringing hook

Wire sizes:

12 - 22. Unless you do a great deal of stringing, 1/4 lb. of sizes 12-15 and 1 lb. of the larger sizes will do.

BASS STRINGS - see info later in this chapter

TREBLE STRING REPLACEMENT

Let's assume you are tuning an upright piano and you are just getting into the upper treble - A string BREAKS!

Do you break out into a sweat? No - you just calmly recall what I am now going to present.

Recall that in the treble, one length of wire actually makes up two strings of a unison.

Remove the action by removing the four (or sometimes three) action bracket bolt nuts, removing the wooden rods that are attached to the pedals (trapwork), and lifting the action up and out. Be careful not to damage any dampers on the action bracket bolts. Stand the action in a safe place by leaning it carefully against a solid wall or piece of furniture. Some actions will stand on the action brackets and some won't. Be careful, or you will wish you had already studied the repair section on the Business Disk

SEE SPINET ACTION REMOVAL AT END OF CHAPTER!

Now you have all the working room you need to replace the string. Follow the broken string to the two tuning pins attached to it. Loosen the pins slightly and pry the coil out of the eye with a screw driver, then lift the coil out with your needle nose pliers. Find a clean part of the string and measure it with your wire gauge. Now, DISCARD the old wire before you get cut. I speak from experience!

With a tape measure, determine the distance from the upper tuning pin to the hitch pin. Double it for the distance of the return trip to the other tuning pin. Now, ADD 8 inches for the extra needed for the coils on the pin. Cut this amount of wire from the new coil of the same size as the old string.

Turn the tuning pins out three full turns with the tuning hammer to allow for the coil and put one end of the wire under the pressure bar and guide it through the eye of

Chapter 6-3

the right hand pin with the stringing hook. If you are working on a grand piano put the string on the left hand pin to keep the new coil out of the way of the second coil.

Make sure the wire is all the way through the eye and flush with the other side. Then, while holding the wire firmly with the stringing hook, turn the tuning pin clockwise with the tuning hammer until you have two and a half turns of wire on the pin. Draw the wire down over the bridge and wrap it around the hitch pin. When you bend it around the hitch pin, pull it as tight as you can and put a good bend in it. Now, bring it up and above the next tuning pin.

You now have to cut off all of the excess wire EXCEPT for the amount necessary to allow for the three coils on the tuning pin. The easiest way to measure this is by using the width of your hand. Hold the wire above the pin between your thumb and fingers with your hand extended and cut

the wire just above your hand so there will be at least three inches of wire above the pin.

Guide the string under the pressure bar and through the eye of the tuning pin. Put two coils on the pin, but no more. You now have to put the string around the pins on the bridge and you have to have enough slack in the string to do this.

With the string lifter holding the wire steady, turn the pin about one half turn taking care to make the coils neat and the string not overlapping. Now, return to the other pin and finish putting the three neat coils on it with the help of a screwdriver or the string lifter. Put the final half turn on the other pin and you should have a string that has three neat coils on each pin, is threaded around the correct bridge pins and is ready to be tuned.

If the coils are not neat enough, loosen the pin slightly and make adjustments. Use your long nose pliers to push the wire firmly into the eye of the pins. Ensure that the string is firmly against the plate just below the hitch pin. If not, use a screwdriver and a small hammer to tap it flush. Use regular pliers and squeeze the wire just above the hitch pin to help with the stretching process.

Bring the new string up over pitch about four C.P.S. Since it will fall down quickly, a return trip will be necessary in a few days to bring it back up to pitch.

If a return trip is not possible from some reason, and the wire you replaced happens to be one that provides a string for two different pitches, here is what I sometimes do. Bring the new string up over the pitch about six C.P.S. (on both notes) and then place a mute firmly between the two new strings. You will now have only two strings of the left and right note sounding, but they will be in tune because the muted off strings will not be heard. When you return for your next regular appointment, you merely pull out the

Chapter 6-4

mute and tune the string in the usual manner. It will have stretched out by then and you should have no problem with it going below pitch.

If the wire is two strings of the same unison, you can still mute off the new wire, but be careful that the mute does not cut off the sound of the one remaining string.

Explain to the customer that the sound will be a bit "thin" until you return to remove the mute and tune the string.

Also, be sure to explain the extra charge necessary for the return trip. If you are lucky, he/she may understand...

SINGLE TREBLE STRINGS

Occasionally, you will find a treble string that is not wrapped around a hitch pin. It will have a loop on the bottom and will be placed on the hitch pin in the same manner as the bass strings. If this is the case, you will have to wind a loop on the bottom of the string either by hand or with a LOOPING MACHINE available from the supply house of your choice.

If you have a looping machine, the directions that come with it are sufficient. If you have to do it by hand, it gets a little more complicated.

Put a medium size nail in a vice with the head up better than 1/4". Wrap about two inches (if the wire size is 12-15 or three inches if the wire is thicker) around the nail. Then starting about 3/8" from the nail, wrap the wire around itself with pliers. Make the wrapping as close and as tight as possible. Cut off any wire you are unable to wrap and leave only a 1/4" stub.

If this sounds confusing, just look at one of the bass strings on the piano and this procedure should become clear.

After doing this by hand two times, I purchased a looping machine. I'm not saying it is impossible to do by hand, but since you will only have to do this occasionally, you will have to practice the procedure in your shop every so often or it will be awkward to do in the customers home.

The looping machine works perfectly every time with very little practice. The choice is yours.

BASS STRING REPLACEMENT

If a bass string breaks, you have two choices.

1) You can send the broken string to the supply house for an exact duplicate, or 2) You can match the string as closely as possible from a supply of "universal bass strings" you can obtain from a supply house.

Sending broken bass strings back for duplicates is the choice if there is no time constraint and the customer agrees. However, usually it is preferable to use one of the universal strings. You just purchase a packet of these

Chapter 6-5

strings and carry them to all tunings. The instructions included are easy to follow and if you learned the procedure for putting on a treble string, you will have no trouble in putting on a bass string.

LOOSE TUNING PINS

It is possible that due to the age of the piano, the tuning pin, after being turned out three turns and then back in, will be too loose to hold the tension of the new string.

If the pin is on the verge of being too loose before you begin to replace the broken string, you have two choices.

The recommended procedure is to replace the pin with an oversized one. You would need a tuning pin gauge to determine the correct size of the old pin. Usually new pianos are pinned with size 2/0. You can purchase pins up to 7/0 by the dozen from any supply house. It is a good idea to carry pin sizes 3/0, 4/0 and 5/0 with you at all times.

The other choice is to take out the old tuning pin and insert a metal tuning pin bushing in the hole. Replace the old pin and you effectively have increased the old tuning pin by two sizes. These bushings are very inexpensive and are an acceptable repair. If you have to go up more than two sizes, you of course would have to use a larger tuning pin.

The procedure is to turn out the old pins, determine the size and select new pins at least two sizes larger.

Then, using a tuning pin punch (available from the supply house) and a hammer, pound in the new pins until they are level with the other old pins. Now, turn out the new

pins three full turns and proceed with the stringing process.

CAUTION: If you are working on a grand piano, NEVER pound in the tuning pins without using a jack under the pin block. The jack to use is available from any supply house and an explanation on its use is included. In an upright piano, the pin block is part of the structure of the piano but in the grand, it is an entity all its own and will crack under hard pounding. If you are only replacing a few pins, it is permissible to turn in the pins with the tuning hammer on a grand. However, when completely restringing the grand piano it is better to pound them in.

REMOVING THE SPINET ACTION

In the 1930's a new type of piano action was introduced called the "Drop Action". It is identical to the other typical upright actions except for:

The DROP ACTION or Indirect Blow Action is mostly placed BELOW the key height. A lifter of some sort (usually a wire) is attached to the back of the key and extends down-

Chapter 6-6

ward to the bottom of the whippen. When the key is struck, the lifter wire lifts the whippen and from then on, everything works just as in the "DIRECT BLOW" action.

When removing this type action you must first disengage the lifter wires from the back of the key - attach them to the action rail (with string or tape) - remove the action bolts or screws - remove the screws that hold the bottom of the action to the piano - detach the pedal rods from the action and lift it straight up and out.

That is an over simplification of the removal of the SPINET action, but it is essentially correct.

The important thing to remember is that you must get the lifter wires out of the way before removal of the action or you will surely break them when lifting it out.

It is possible that there will not be enough room to safely lift out the action without removing the keys from the key bed. If you need to remove the keys, be sure to number them from 1 -88 with a pencil before removal.

Most manufacturers number the keys on the top, but the numbers may be hard to read.

ALSO, be very careful when lifting out the action so you do not damage the dampers on the tuning pins or rods that the action brackets are attached to.

Removing the Spinet Action is more or less a common sense procedure, but since there are so many different types of drop actions out there, I have included a more complete discussion of this procedure in the Repair section on the Business disk.

You can also request service manuals directly from the manufacturer when in doubt.

The information presented in this chapter should be sufficient for the occasional single string replacement.

In this chapter, you learned:

1. Tools necessary to replace piano strings
2. Treble string replacement
3. "Single" treble string replacement (how to make a loop in the string)
4. Bass string replacement
5. What to do in case of loose tuning pins
6. Cautions on pounding in grand tuning pins

SOMMARIO

CAPITOLO1:

Conoscenza musicale necessaria per accordatori di piano

- a. Rumore e musica
- b. La corda vibrante
- c. Battimenti
- d. Tastiera del Pianoforte
- e. Intervalli
- f. Un po' di Matematica
- g. Temperamento equabile
- h. Parziali o Armonici
- i. Rapporti

Chapter Two:

tecnica della accordatura (seven pages)

- a. Tools needed
- b. Introduzione alle parti del piano
- c. Muting of Strings
- d. Tecnica d'uso della Tuning Hammer
- e. How to Listen for Beats
- f. How to Set The Pin
- g. How to Use the Tuning Fork
- h. Come accordare unisoni e ottave

Contents 2

Chapter Three:

Setting the Temperament Octave (nine pages)

- a. How to mute off the temperament octave
- b. How to set the pitches
- c. ALL tests needed to check your work

Chapter Four:

Tuning the Remaining "75" (six pages)

- a. How to mute off the entire piano

- b. Tuning tests within the octave being tuned
- c. Major third/Tenth test
- d. Double Octave test
- e. Octave/Tenth test
- f. Octave/Minor seventh test
- g. Tips on Treble Tuning
- h. Definition of "False Beats"
- i. Why bass strings sometimes "buzz" and how to stop it

Chapter Five:

Pitch Raising and Lowering (nine pages)

- a. Precautions to Take
- b. Why pianos go out of tune
- c. Humidity control
- d. Electronic tuning
- e. How to determine pitch by ear
- f. "Technical" info on determining pitches
- g. Raising pitch less than 1/4 step
- h. Raising pitch more than 1/4 step
- i. Pitch lowering

Chapter Six:

Replacing a String: (six pages)

- a. Tools necessary
- b. Treble string replacement
- c. Bass string replacement
- d. Loose tuning pins
- e. Cautions to take

APPENDICE A

TAVOLA DELLE VELOCITA' DEI BATTIMENTI
(EQUIVALENT BEAT RATES)

LE LETTERE MAIUSCOLE SONO USATE PER INDICARE LE NOTE

b significa bemolle (flat); # significa diesis (sharp)

I numeri sono numeri chiave

La prima indicata e' la nota piu' bassa dell'intervallo

Leggendo da sinistra a destra, tutti gli intervalli sulla linea daranno battimenti approssimativamente allo stesso intervallo.

MAJOR THIRDS MAJOR SIXTHS MINOR THIRDS MINOR SIXTHS

C-28/E-32 Bb-26/G-35 G-23/Bb26 E-20/C-28

Db-29/F-33 B-27/G#-36 G#-24/B-27 F-21/Db-29

D-30/F#-34 C-28/A-37 A-25/C-28 F#-22/D-30

Eb-31/G-35 Db-29/Bb-38 Bb-26/Db-29 G-23/Eb-31
 E-32/G#-36 D-30/B-39 B-27/D-30 G#-24/E-32
 F-33/A-37 Eb-31/C-40 C-28/Eb-31 A-25/F-33
 F#-34/A#-38 E-32/C#-41 C#-29/E-32 Bb-26/F#-34
 G-35/B-39 F-33/D-42 D-30/F-33 B-27/G-35
 Ab-36/C-40 F#-34/D#-43 Eb-31/Gb-34 C-28/Ab-36
 A-37/C#-41 G-35/E-44 E-32/G-35 C#-29/A-37
 Bb-38/D-42 Ab-36/F-45 F-33/Ab-36 D-30/Bb-38
 B-39/D#-43 A-37/F#-46 F#-34/A-37 D#-31/B-39
 C-40/E-44 Bb-38/G-47 G-35/Bb-38 E-32/C-40

APPENDICE B

When viewing this on the screen there will be a gap between Chart one and Chart two so when you print it out it will skip over the page perforation.

NOTE: It may be easier to read the charts if you cut the two parts of each chart and tape them together.

CHART ONE:

THEORETICAL FUNDAMENTAL PITCHES OF ALL 88 NOTES

OCTAVE --	1	2	3	4	5
PITCH					
A	27.50	55.00	110.00	220.00	440.00
A#	29.14	58.27	116.54	233.08	466.16
B	30.87	61.74	123.47	246.94	493.88
C	32.70	65.41	130.81	261.63	523.25
C#	34.65	69.30	138.59	277.18	554.37
D	36.71	73.42	146.83	293.66	587.33
D#	38.89	77.78	155.56	311.13	622.25
E	41.20	82.41	164.81	329.63	659.26
F	43.65	87.31	174.61	349.23	698.46
F#	46.25	92.50	185.00	369.99	739.99
G	49.00	98.00	196.00	392.00	783.99

G# 51.91 103.83 207.65 415.30 830.61

(chart one continued)

OCTAVE	6	7	8
PITCH			
A	880.00	1760.00	3520.00
A#	932.33	1864.66	3729.31
B	987.77	1975.53	3951.07
C	1046.50	2093.00	4186.01
C#	1108.73	2217.46	
D	1174.66	2349.32	
D#	1244.51	2489.02	
E	1318.51	2637.02	
F	1396.91	2793.83	
F#	1479.98	2959.96	
G	1567.98	3135.96	
G#	1661.22	3322.44	

TABELLA 2:

FREQUENZE DI PRIMI OTTO PARZIALI O ARMONICI DELLA NOTA NELL'OTTAVA TEMPERATA (la prima nota fondamentale e successivi armonici=frequenza x n

	1ST	2ND	3RD	4TH	5TH
(fOndamentale)					
NOTE					
C -28	130.81	261.63	392.44	523.25	654.07
C#-29	138.59	277.18	415.77	554.37	692.96
D -30	146.83	293.67	440.50	587.33	734.16
D#-31	155.56	311.13	466.69	622.26	777.82
E -32	164.81	329.63	694.44	659.26	824.07
F -33	174.61	349.23	523.84	698.46	873.07
F#-34	185.00	370.00	554.99	739.99	924.99
G -35	196.00	392.00	587.99	783.99	979.99
G#-36	207.65	415.31	622.96	830.61	1038.26
A -37	220.00	440.00	660.00	880.00	1100.00
A#-38	233.08	466.16	699.25	932.33	1165.41
B -39	246.94	493.88	740.83	987.77	1234.71
C -40	261.63	523.25	784.88	1046.50	1308.13

(chart two continued)

	6th	7th	8th
NOTE			
C -28	784.88	915.69	1046.50
C#-29	831.55	970.14	1108.73
D -30	881.00	1027.83	1174.66
D#-31	933.38	1088.95	1244.51
E -32	988.88	1153.70	1318.51
F -33	1047.69	1222.30	1396.92
F#-34	1109.99	1294.98	1479.98

G -35	1175.99	1371.99	1567.98
G#-36	1245.92	1453.57	1661.22
A -37	1320.00	1540.00	1760.00
A#-38	1398.49	1631.58	1864.66
B -39	1481.65	1728.59	1975.54
C -40	1569.76	1831.38	2093.01

APPENDICE C

NOTAZIONE MUSICALE

IL RIGO MUSICALE (The Great Staff)

La parte alta del rigo si chiama TREBLEclef = chiave soprano, chiave di violino
la sottostante parte si chiama BASS clef.= chiave di basso

La TREBLE clef si definisce con il simbolo della chiave di violino e si posiziona sulla linea corrispondente alla nota G (si dice infatti chiave di sol) e nel linguaggio degli accordatori la nota rappresenta il G-47,(47-esima nota della tastiera del pianoforte.

Il BASS clef si definisce con un simbolo a forma di C con 2 punti che indicano la nota F (la chiave di basso si dice anche chiave di fa). Gli accordatori rappresentano la nota come F-33 e tale nota viene scritta sulla 4-th linea della chiave.

C-40 separa le due chiavi esattamente nel mezzo. Questo C viene spesso chiamato MIDDLE C o Do centrale.

Refer to chapter 1 of the text and recall the sequence of notes. If you begin with C-40 and go up one space you will be on D-42. If you go down one space you will be on B-39.

If you then go up from C-40 to the first line of the TREBLE CLEF, you will be on E-44. Go down from C-40 to the top line of the BASS CLEF, and you will be on A-37.

Follow this logic throughout the GREAT STAFF along with finding the notes on the piano keyboard, and you should have no trouble with the illustrations in the text.

Refer to illustration 1-3 and recall the names of the black keys in between the whites. Work with this on the piano for a while and it will become clear.

(ringrazio mio padre Mario e gli sconosciuti autori nel web da cui ho tratto ed assemblato i segg. appunti)

**... con il tempo imparai cosa fosse il temperamento equabile, Mario mi spiegò che per ogni opera si può immaginare una formula differentemente equabile, studiando Chimica mi avvidi che è difficile trovare equilibri equanimente stabili.
... che fatica!!!**

Filosofia e armonia

Di (Medie Superiori) scritto il 09.12.15

L'armonia, dal latino 'harmonia' e dal greco 'ἁρμονία', è etimologicamente ricollegabile al verbo 'ἁρμόζω', che si può tradurre sia con comporre, sia con accordare. Il secondo significato è più ampio, cioè riferibile a un maggior numero di situazioni. L'armonia di fatto, è un'enorme quantità di sfaccettature di significato. Il termine è solitamente collocato nell'ambito musicale, poiché costituisce assieme alla melodia una delle branche più importanti della musica. Intervistando un musicista o un compositore sul significato della parola, la risposta fornita sarebbe questa, o quantomeno simile: '...è lo studio della sovrapposizione di suoni a determinate frequenze, degli accordi e delle loro reciproche concatenazioni funzionali alle tonalità'. Definizione sicuramente corretta, ma pur sempre teorica. L'armonia invece è qualcosa che benché si fondi su relazioni tra numeri, gradi, collegamenti, intervalli, onde, funzioni, tempi e frazioni va al di là di un libro, un pentagramma, dell'inchiostro su un foglio, che sconfini dai limiti musicali. Il tema dell'armonia ha sempre rappresentato uno spunto di riflessione per molte importanti personalità del passato tra cui un ingente numero di filosofi, che hanno riscontrato nell'armonia il segreto della felicità, dello stare bene e del mettere a punto un ordine nelle cose, concordando sul fatto che un elemento accordatore è necessario in qualsiasi ambito della vita.

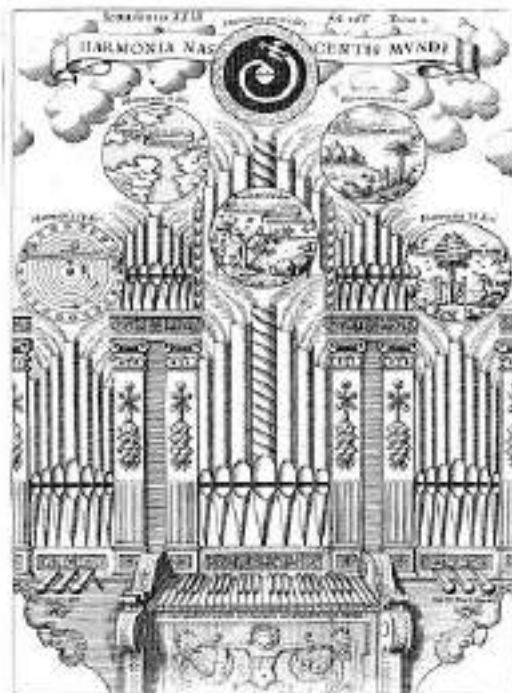
'La virtù è armonia', affermava già Pitagora nel VI secolo a.C. Egli, assieme ai suoi discepoli appartenenti alla scuola, che da lui prese il nome, condusse uno studio affascinante e molto complesso sull'armonia e sul rapporto tra quella musicale e quella su cui si basa l'universo. Secondo il pensiero della scuola pitagorica, principalmente orientata verso studi matematici, il mondo ordinato quindi definibile 'cosmo', si fonda su perfette relazioni numeriche, proporzioni, che essi per la prima volta avevano colto grazie al mondo musicale. E se è certo che la conoscenza armonico-musicale di quel tempo era strettamente collegata agli

strumenti, allora sorge spontaneo restare stupefatti di fronte alle loro geniali osservazioni, nonostante la povertà tecnica degli strumenti stessi. Per essi, dunque, la musica rappresenta il massimo compimento dell'armonia universale, la quale regola l'esistenza e le relazioni tra tutte le cose.

Spostandosi di poco sulla linea del tempo si scorge un altro noto filosofo del passato, anch'egli greco, il quale affermò che **'ciò che è opposto si concilia, dalle cose in contrasto nasce l'armonia più bella, e tutto si genera per via di contesa'**. Egli riconosce l'armonia nel contrasto che si genera tra due opposti, e così che già al tempo dei Greci si riteneva possibile 'armonizzare', 'accordare' due elementi, anche contrastanti, per ottenere un equilibrio.

Un altro ambito dello scibile che è impossibile non citare nel percorso di definizione dell'armonia è quello matematico o più in generale quello scientifico ed è per questo che, seppur in momenti storici del tutto distanti, troviamo due personalità significative personalità che ne parlano: Aristotele, secondo cui 'Le scienze matematiche in particolare mostrano ordine, simmetria e limite: e queste sono le più grandi istanze del bello' e Galileo Galilei per il quale 'Le cose sono unite da legami invisibili. Non puoi cogliere un fiore senza turbare una stella'. Dunque l'armonia è presente in maniera inequivocabile anche in tutto ciò che è ordinato, simmetrico e scientifico.

Infine secondo il pensiero di uno dei premi Nobel per la pace, Mahatma Gandhi, è possibile raggiungere la vera armonia, e dunque essere felici, soltanto facendo coincidere e dunque armonizzare la parola, il pensiero e l'azione.



Musica e Filosofia: Musurgia universalis 1644 -1649 - Athanasius Kircher

Accordare uno strumento musicale e non solo ..

Diversi tipi di accordatura e temperamento

appunti di giorgio maggi desunti dalle esperienze del padre Mario, oggetti conservati al Museo della Chimica e degli Strumenti musicali IIS "Torriani"Cremona e dal web

Accordare un pianoforte

L'accordatura di un pianoforte o clavicembalo si realizza con un'apposita chiave che permette di variare la tensione delle corde ruotando la "caviglia" di metallo infissa nel "somiere" e attorno alla quale si attorciglia la corda. La chiave ha forma a T o a L.

Si procede partendo da una nota di riferimento (diapason) e accordando per ottave .

Si costruisce la prima ottava con intervalli puri e temperati ovvero leggermente stonati per modulare la sequenza delle 12 note: ciò è possibile intervenendo sulla 3° , 5° e 6° maggiore.

L'operazione di "aggiustamento" delle note avviene sfruttando la percezione dei "battimenti" acustici che si avvertono quando due note all'unisono o una nota rispetto ad un'altra che produce battimenti non sono perfettamente in concordanza di fase: si avverte dunque un leggero "uauaua" più o meno veloce a seconda della qualità della "stonatura".

Accordatura a tono medio: essa è caratterizzata dalla purezza delle triadi in quanto le terze maggiori sono pure; l'inconveniente è che le note alterate possono servire come bemolle della voce superiore ma non sono utilizzabili come diesis della nota inferiore. L'effetto sonoro è una uguaglianza nei 6 intervalli diatonici e delle 11 quinte con battimenti sempre più veloci verso l'acuto.

Accordatura a temperamento ordinario: con questo sistema le note alterate possono essere usate indifferentemente sia come diesis sia come bemolli.

I metodi di accordatura seguono i criteri di **Kirnberger** che prevedono di trovare un diverso 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.

Un buon pianoforte accordato con "**temperamento equabile**" deve dunque avere tutti gli intervalli dello stesso tipo temperati (stonati) allo stesso modo. Suonando terze, quarte, quinte e seste si avvertirà che i battimenti aumentano in velocità.

Accordare un organetto/fisarmonica ad ancia

I vari tipi di Ance si differenziano per il materiale utilizzato (duralluminio, acciaio, ottone) ed accordatura (le voci infatti vengono fabbricate con una intonazione di massima, che verrà perfezionata dall'accordatore con l'applicazione di "pelli" ed applicazione all'interno della scatola del somiere).

Esistono molti tipi di ance (o "voci"), che si diversificano a seconda della qualità e della robustezza dei materiali utilizzati oltreché per la cura impiegata nell'assemblaggio. I costruttori di organetti montano di solito tre tipi di ance:

il tipo "commerciale", utilizzato per strumenti economici, con piastrino in alluminio dolce e linguette fissate a macchina;

il tipo "superdural", per strumenti di qualità medio-alta, con piastrino in duralluminio e linguette fissate a macchina;

il tipo "a mano", per gli strumenti migliori, con piastrino in duralluminio e linguette fissate a mano;

Vengono montate anche ance speciali, che si differenziano dal tipo "a mano" per la qualità dell'acciaio utilizzato nelle linguette o per il metallo del piastrino (ad es. l'ottone).

Le voci vengono fornite dalla fabbrica con una intonazione di massima, che viene perfezionata dall'accordatore dopo l'applicazione delle "pelli" (le striscioline che regolano il passaggio dell'aria) e il successivo montaggio sulle soniere.

L'accordatura, oltre a intonare perfettamente l'ancia, può incidere anche sul timbro quando produce l'effetto sonoro del "tremolo". Quest'ultimo non è altro che il risultato della vibrazione di un'ancia leggermente crescente o calante rispetto ad un'altra giustamente accordata.

Il tremolo, si ottiene su organetti con almeno due voci attive per ciascun tasto.

In funzione della presenza o meno del tremolo e della sua maggiore o minore intensità, si possono definire alcune forme principali di accordatura.

Accordatura "secca": in genere adottata su strumenti a una o due voci. Nel secondo caso una delle due voci è intonata un'ottava sotto l'altra.

Accordatura secca "ottavata": si usa (raramente) su strumenti a tre voci, intonando ciascuna voce su un'ottava diversa (ad es. SOL 2, SOL 3, SOL 4).

Accordatura "swing": per strumenti a due o tre voci, con un tremolo di lievissima intensità (ideata dal grande organettista italo-francese Marc Perrone alla fine degli anni '70).

Accordatura con tremolo pieno: la più tipica per organetto, ma anche la meno standardizzata in quanto l'intensità del tremolo dipende sia dall'orecchio dell'accordatore sia dalle richieste del suonatore.

Accordatura con tremolo "musette": possibile solo su strumenti a tre o quattro voci, due delle quali accordate in tremolo rispettivamente crescente e calante rispetto alla voce intonata ("voce giusta").

Accordatura in quarta: riservata agli strumenti a quattro voci, in cui alle tre voci ottavate se ne aggiunge una quarta in tremolo.

Tipi di ance

I vari tipi di Ance si differenziano per il materiale utilizzato (duralluminio, acciaio, ottone) ed accordatura. L'ancia è costituita da una piastrina con due fessure dove vengono fissate due sottili barrette vibranti dette "pelli" che al passaggio dell'aria producono il suono. Per far suonare solo una barretta alla volta sono incollate due pelli che funzionano da valvola,.

L'organetto a differenza dalla fisarmonica ogni ancia produce due suoni diversi, uno serve a produrre il suono in apertura del mantice ed uno in chiusura del mantice, più le linguette sono grandi e più i suoni saranno gravi, più le linguette saranno piccole più il suono sarà acuto.

Accordare una armonica

Per accordare l'armonica non è necessario smontarla del tutto, ma basterà togliere solamente il guscio esterno (cover) svitando le due viti laterali. A questo punto bisognerà individuare l'ancia o le ance stonate e predisporle per l'accordatura.

La procedura è molto semplice, se la nota da accordare è aspirata allora l'ancia starà nella placchetta inferiore, quindi basterà bloccare l'ancia inserendo una piastrina di metallo appunto tra la placchetta e l'ancia. Se invece la nota è soffiata allora l'ancia starà sulla placchetta superiore. Quindi inseriremo un cacciavite piccolo dentro il foro spingendo l'ancia verso l'esterno per poi bloccarla sempre con la piastrina di metallo.

A questo punto se la nota è calante, allora basterà limare la parte esterna libera dell'ancia quanto basta per alleggerirla e quindi farla vibrare più velocemente, Se invece la nota è crescente bisognerà limare la parte più vicina la chiodino che regge l'ancia per diminuire la rigidità e quindi abbassarne la vibrazione .

In questa fase bisogna verificare spesso, con l'ausilio dell'accordatore, se avete raggiunto la nota desiderata, infatti ed in particolar modo se limate per fare salire la nota, vi renderete conto che le *tolleranze* sono molto basse. Quindi per non eccedere troppo ed aver un controllo maggiore sulla

quantità di ottone asportato, è consigliabile usare dalla carta abrasiva con grana molto sottile

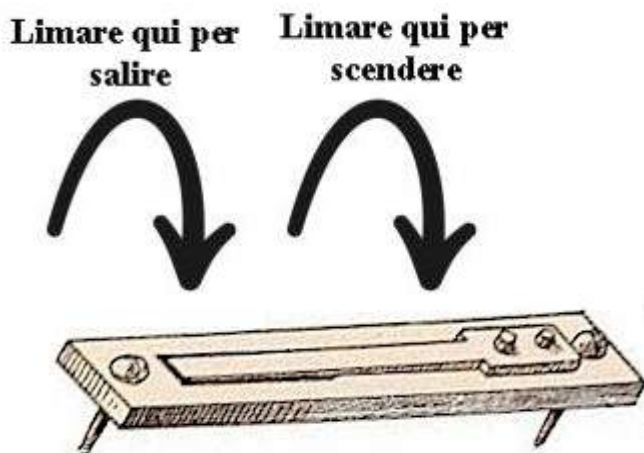
Se però la nota è troppo distante da quella originale (più di un tono di differenza dalla notadesiderata) allora potrebbe essere utile usare un saldatore per stagno e far cadere una goccia di stagno fuso su una delle due zone a secondo se si vuol fare salire o far calare la nota e poi successivamente rimuovere la parte eccedente con una lima. In questo caso bisogna predisporre l'ancia per la saldatura. Per prima cosa bisognerà smontare anche il comb (corpo centrale) poi inserire la piastrina di metallo tra l'ancia e la placchetta e infine limare con carta abrasiva **solo la piccola zona** in cui si depositerà lo stagno. Infatti, a causa dell'ossidazione, lo stagno non riuscirà a saldarsi bene sull'ottone, quindi scartavetrando solo una piccola zona la saldatura non si espanderà su tutta l'ancia ma su una sua piccola parte.

Capita a volte, sia per un difetto di fabbricazione o a causa di una caduta, che una nota suoni "friggendo" cioè si senta insieme alla nota originaria un ronzio metallico che attutisce e distorce il suono. In questo caso l'ancia non è perfettamente allineata con l'asola nella placchetta porta ancia. Quindi è necessario spostarla delicatamente nella giusta posizione spingendo lateralmente con un cacciavite o qualsiasi altra cosa che abbia una superficie larga e piatta. Per individuare il lato giusto dove far leva, è sufficiente smontare la placchetta porta ance e metterla in controluce. Si vedrà subito il lato che urta contro l'ancia.

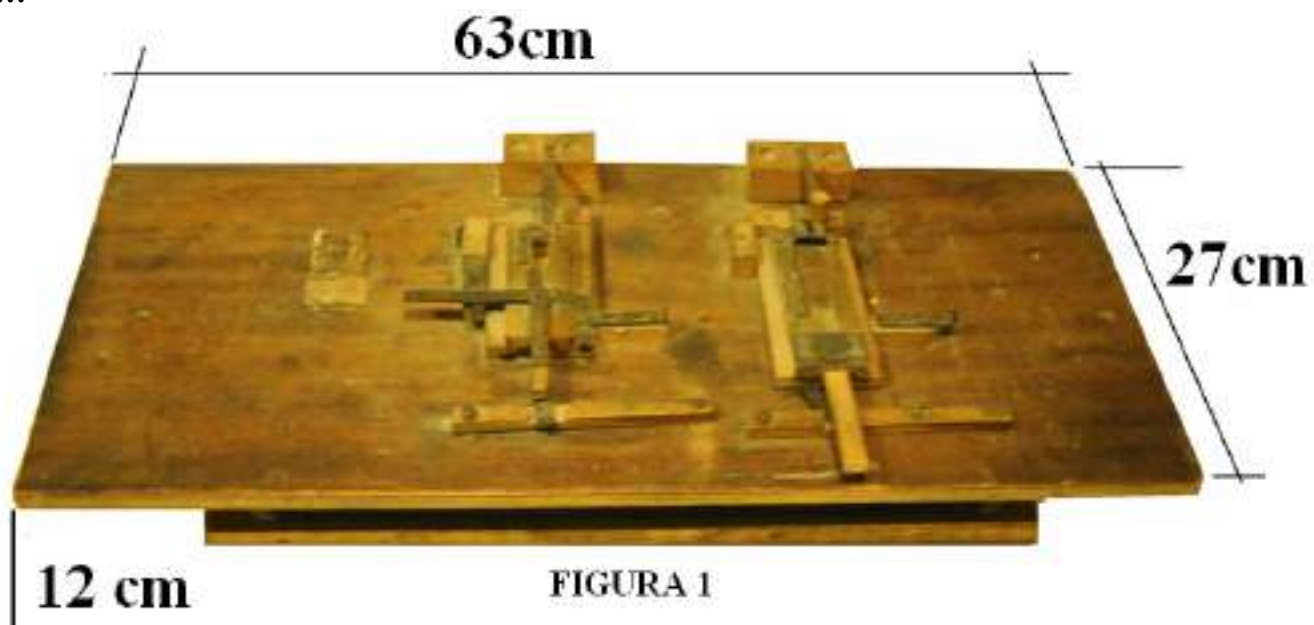
Note:

Spesso quando il suono di un'ancia è calante, non significa che sia necessariamente scordata, ma può capitare che il chiodino che la tiene si sia leggermente allentato procurando una leggera perdita di rigidità nella vibrazione con un conseguente calo della nota. Quindi per prima cosa verificate che il chiodino non sia effettivamente lento e successivamente con l'ausilio di una pinza pressate sul chiodino sino a quando non vi sembrerà il tutto rigidamente fissato. La pressione sul chiodo, deve essere uniforme e graduale; non usate troppa forza altrimenti si rischierà di spaccare la base dell'ancia o ruotarla intorno al chiodo.

Inoltre è bene sapere che quando un'ancia comincia a stonarsi, perché usurata e non per un difetto di fabbricazione, la sua rottura è praticamente imminente ed inevitabile. Infatti su di essa si vengono a creare, nella zona di maggiore sollecitazione (a circa tre quarti della sua lunghezza, vicino al chiodo), delle cricche che diminuiscono la propria rigidità e quindi la vibrazione. In tal caso prima di procedere ad una inutile accordatura è bene esaminare a fondo l'ancia ed eventualmente sostituirla.

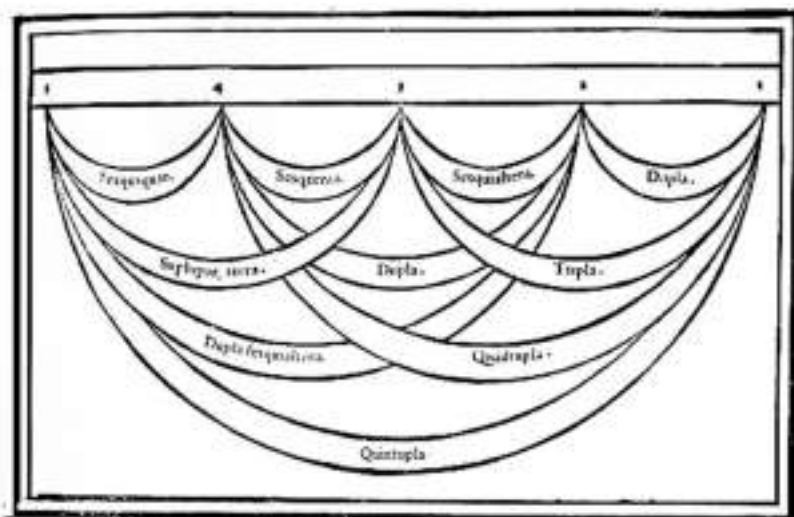


...



strumento accordatore ance dotato di mantice/aria e doppia uscita per ancia da accordare e ancia standard di confronto (Museo IIS Torriani Cremona)

Accordare uno strumento a corde



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 i 5/3 di C;
 D sarà i 2/3 di A; G i 4/3 di D; e C è i 2/3 di G...

dunque se parto da C accordando l'ottava ottengo un C... diverso, infatti:
 $5/3 \times 2/3 \times 4/3 \times 2/3 = 80/81 > 1$

allo stesso modo se accordo una tastiera del piano per quinte perfette non c'è più accordo tra ottave
 Il dubbio di Zarlino sulla consonanza è interpretato da studiosi come Beardetti come "concordanze matematiche di vibrazioni" e da Carteseo come caratteristica dell'orecchio che si adatta al contesto musicale

Dubbio sopra l'invenzione di Pitagora. Cap. 7.



H. A sopra la detta invenzione di Pitagora nasce un dubbio, tu che modo potessi veder concesso da quelli due maestri, che confermano la proporzione Squadrata, che è la forma del Tauto, il quale senza dubbio etiamoc'è concesso di sonare. A quello si può rispondere, Et dire, che è cosa ragionevole, che i Fabbrici quei tempi non potessero nel battere con li mastelli tutti in un tempo; ma si faceu' un dopo l'altro, come videro, Et videro fare et di il ben xi. Onde è credibile, che quando il Filosofo passò a capo appressò la bottega de i fabbrici,

Giuseffo Zarlino - Le istituzioni armoniche - Venezia 1558

Moderna metafora alla ricerca dell'accordo ...



Dalton nella indagine la perfezione matematica proposta da Pitagora. Ecco il diagramma con un'istruzione per armonizzare l'ottava di un clavicembalo.

Armonizzare in quattro tempi: 1. accordare l'ottava; 2. accordare la quinta; 3. accordare la quarta; 4. accordare la terza.



Mario Maggi, concertista, accordatore e insegnante di musica e ... d'animi giovanili

Mitico insegnante alla Scuola Internazionale di Liuteria di Cremona, accordatore di pianoforti e antichi clavicembali: sarà apprezzato da Ennio Gerelli e da [Christiane Jaccotet](#) nella fortunata tournée in Europa ed in medio oriente con la "Camerata di Cremona". A lui solista di viola da gamba sarà affidato anche il compito di mantenere "equabili" i delicati strumenti a tastiera.

Applica con convinzione le regole del cosiddetto temperamento di Bach ma propone per particolari esecuzioni i temperamenti di Vallotti e Werkmeister sperimentato durante la guerra con l'amico Ferigo accordatore al Conservatorio Odeion di Atene e in occasioni diverse in importanti compagini orchestrali europee. Elabora, prima dell'avvento dei computer con il figlio, un particolare regolo per la determinazione centesimale delle frequenze alla ricerca oggettiva dei compromessi tonali nella migliore accordatura.

<http://www.collezione Maggi.altervista.org/regoloaccordatore.exe>

Si specializza nel metodo Anelli, importante accordatore e costruttore di pianoforti cremonesi distinguendosi anche nella accordatura di fortepiani , fisarmoniche, organi, vibrafoni.



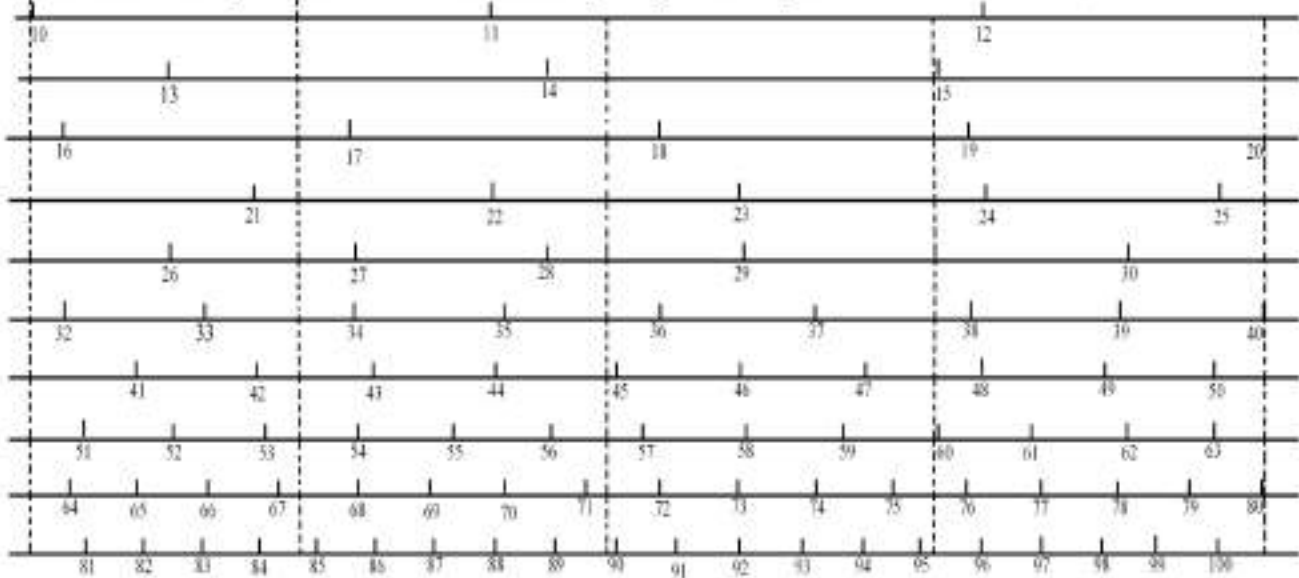
Affianca, come esperto insegnante nella teoria acustica del suono e della accordatura degli strumenti, importanti artigiani e commercianti cremonesi del settore.

»»



Il Prof. Mario Maggi mostra la Collezione di strumenti musicali realizzati in Piazza Duomo

Costruzione di un regolo logaritmico accordatore musicale per temperamento equabile con verticali mobili x A diversificato



Regolo calcolatore musicale:

il regolo è diviso in centesimali logaritmici

Fissando il valore di una qualsiasi frequenza relativa esempio La 440 e spostando il cursore interno facendo coincidere il valore con una delle righe incise sul plexiglass, si ha immediatamente la definizione dei valori di frequenza di tutte le note della scala cromatica che ha come frequenza relativa il La 440.

Fissando valori appropriati per il korton o per il kammerton si ottengono immediatamente i valori

relativi di frequenze .

Il regolo è indicato anche per definire tastature per strumenti a tastiera come liuto o chitarra (esempio disponendo una delle righe incise sul valore di diapason 60 si ottengono i valori relativi delle distanze tasto-ponticello in sequenza armonica.)

Il regolo offre dunque una serie di valori di frequenza secondo il modello del “clavicembalo ben temperato” ma offre anche l’opportunità di accordare un fortepiano o un clavicembalo secondo accordature personalizzate (vedi note relative a proposte di accordatura di accordatori del settecento)

...

accordatura di una piastra di metallo per vibrafono e sua costruzione

la Lezione e il Laboratorio
I Regoli costruiti con esso utilizzano gli appunti sono tratti dalle lezioni del prof. Mario Maggi

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

Impugnatura
Impugnatura
Impugnatura

http://collazionemaggi.altervista.org/cremona%20iconografia%20%20clavicembalo/appunti_e_didattico_e_fisica_acustica.pdf

...

>>>

CRONACHE CREMONA

INAUGURATA IERE POMERIGGIO PRESSO LA SEDE DELL'ADAF

UNA SPLENDIDA ESPOSIZIONE di antichi strumenti musicali



Una splendida esposizione di antichi strumenti musicali è stata inaugurata ieri pomeriggio presso la sede dell'Adafa. La mostra, curata da Mario Maggi, è stata allestita in una sala della sede dell'Adafa, in viale dell'Industria, 10. La mostra è stata inaugurata ieri pomeriggio alle 18, in presenza di un numeroso pubblico. La mostra è stata allestita in una sala della sede dell'Adafa, in viale dell'Industria, 10. La mostra è stata inaugurata ieri pomeriggio alle 18, in presenza di un numeroso pubblico.

La mostra è stata allestita in una sala della sede dell'Adafa, in viale dell'Industria, 10. La mostra è stata inaugurata ieri pomeriggio alle 18, in presenza di un numeroso pubblico. La mostra è stata allestita in una sala della sede dell'Adafa, in viale dell'Industria, 10. La mostra è stata inaugurata ieri pomeriggio alle 18, in presenza di un numeroso pubblico.

La mostra è stata allestita in una sala della sede dell'Adafa, in viale dell'Industria, 10. La mostra è stata inaugurata ieri pomeriggio alle 18, in presenza di un numeroso pubblico. La mostra è stata allestita in una sala della sede dell'Adafa, in viale dell'Industria, 10. La mostra è stata inaugurata ieri pomeriggio alle 18, in presenza di un numeroso pubblico.

Prorogata la rassegna di strumenti musicali

Di più il vivo successo suscitato, la mostra continua per altri sette giorni

La mostra di antichi strumenti musicali, inaugurata ieri pomeriggio presso la sede dell'Adafa, continua per altri sette giorni. La mostra è stata allestita in una sala della sede dell'Adafa, in viale dell'Industria, 10. La mostra è stata inaugurata ieri pomeriggio alle 18, in presenza di un numeroso pubblico.

La mostra è stata allestita in una sala della sede dell'Adafa, in viale dell'Industria, 10. La mostra è stata inaugurata ieri pomeriggio alle 18, in presenza di un numeroso pubblico. La mostra è stata allestita in una sala della sede dell'Adafa, in viale dell'Industria, 10. La mostra è stata inaugurata ieri pomeriggio alle 18, in presenza di un numeroso pubblico.

CRONACHE

NESTERA' APERTA FINO A DOMENICA ALL'ADAF

La mostra degli strumenti musicali ha creato proseliti ed entusiasmo

Proprio oltre trentasei da dodici al Molise, il fiammista, il clarinetto classico e il fido



La mostra di antichi strumenti musicali, inaugurata ieri pomeriggio presso la sede dell'Adafa, continua per altri sette giorni. La mostra è stata allestita in una sala della sede dell'Adafa, in viale dell'Industria, 10. La mostra è stata inaugurata ieri pomeriggio alle 18, in presenza di un numeroso pubblico.

La mostra è stata allestita in una sala della sede dell'Adafa, in viale dell'Industria, 10. La mostra è stata inaugurata ieri pomeriggio alle 18, in presenza di un numeroso pubblico. La mostra è stata allestita in una sala della sede dell'Adafa, in viale dell'Industria, 10. La mostra è stata inaugurata ieri pomeriggio alle 18, in presenza di un numeroso pubblico.

La mostra è stata allestita in una sala della sede dell'Adafa, in viale dell'Industria, 10. La mostra è stata inaugurata ieri pomeriggio alle 18, in presenza di un numeroso pubblico. La mostra è stata allestita in una sala della sede dell'Adafa, in viale dell'Industria, 10. La mostra è stata inaugurata ieri pomeriggio alle 18, in presenza di un numeroso pubblico.

CRONACHE

UNA MOSTRA ECCEZIONALE ALL'ADAF

Il mondo della musica attraverso gli strumenti

Si inaugura venerdì, alle 18, una rassegna di strumenti antichi e classici provenienti dalle raccolte del collezionista modenese Mario Maggi - Si potrà entrare a costare un Euro?

Una splendida esposizione di antichi strumenti musicali è stata inaugurata ieri pomeriggio presso la sede dell'Adafa. La mostra, curata da Mario Maggi, è stata allestita in una sala della sede dell'Adafa, in viale dell'Industria, 10. La mostra è stata inaugurata ieri pomeriggio alle 18, in presenza di un numeroso pubblico.

La mostra è stata allestita in una sala della sede dell'Adafa, in viale dell'Industria, 10. La mostra è stata inaugurata ieri pomeriggio alle 18, in presenza di un numeroso pubblico. La mostra è stata allestita in una sala della sede dell'Adafa, in viale dell'Industria, 10. La mostra è stata inaugurata ieri pomeriggio alle 18, in presenza di un numeroso pubblico.

La mostra è stata allestita in una sala della sede dell'Adafa, in viale dell'Industria, 10. La mostra è stata inaugurata ieri pomeriggio alle 18, in presenza di un numeroso pubblico. La mostra è stata allestita in una sala della sede dell'Adafa, in viale dell'Industria, 10. La mostra è stata inaugurata ieri pomeriggio alle 18, in presenza di un numeroso pubblico.

UNA ECCEZIONALE MOSTRA DI STRUMENTI ANTICHI ALL'ADAF

Vent'anni di studi e ricerche per la collezione Maggi

Sotto visibili pezzi provenienti dalla Cina, dal Giappone, Laos, Cuzco, Georgia, Kurdistan, Libano. Dieci pezzi rarissimi

Una splendida esposizione di antichi strumenti musicali è stata inaugurata ieri pomeriggio presso la sede dell'Adafa. La mostra, curata da Mario Maggi, è stata allestita in una sala della sede dell'Adafa, in viale dell'Industria, 10. La mostra è stata inaugurata ieri pomeriggio alle 18, in presenza di un numeroso pubblico.

La mostra è stata allestita in una sala della sede dell'Adafa, in viale dell'Industria, 10. La mostra è stata inaugurata ieri pomeriggio alle 18, in presenza di un numeroso pubblico. La mostra è stata allestita in una sala della sede dell'Adafa, in viale dell'Industria, 10. La mostra è stata inaugurata ieri pomeriggio alle 18, in presenza di un numeroso pubblico.

La mostra è stata allestita in una sala della sede dell'Adafa, in viale dell'Industria, 10. La mostra è stata inaugurata ieri pomeriggio alle 18, in presenza di un numeroso pubblico. La mostra è stata allestita in una sala della sede dell'Adafa, in viale dell'Industria, 10. La mostra è stata inaugurata ieri pomeriggio alle 18, in presenza di un numeroso pubblico.

La mostra è stata allestita in una sala della sede dell'Adafa, in viale dell'Industria, 10. La mostra è stata inaugurata ieri pomeriggio alle 18, in presenza di un numeroso pubblico. La mostra è stata allestita in una sala della sede dell'Adafa, in viale dell'Industria, 10. La mostra è stata inaugurata ieri pomeriggio alle 18, in presenza di un numeroso pubblico.

una storia che parte dunque dalla Scuola per la didattica, la musica d'insieme e che si rinnova al secolo scorso nelle mostre a tema dedicate ai suoi studi di paleologia musicale e chimica della natura.

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

Menecardo di Pitagora e Turbi dal Punjab... giocattoli musicali per la didattica



Il fondo strumentale messo a disposizione
dal MIUR è...

Giocattoli dal 17 loro prof. alla inaugurazione della Scuola Media "Anna Frank" - CR - 1996



http://co Basilone Maggi - Altamirato.org/cronaca%20di%20cronografia%20%20di%20tarifa/oppunti_de_didattica_dil_fisica_acustica.pdf



Il Liceo Munari premiato a Roma

CREMA — Finito l'anno scolastico è tempo di bilanci. Per la III A del Liceo artistico 'Bruno Munari' c'è un motivo di soddisfazione in più. L'elaborato dei ragazzi dell'artistico intitolato 'Vernici per liuteria', condotto sotto la guida del professor Giorgio Maggi e ispirato agli studi del professor Mario Maggi, ha ricevuto la menzione d'onore al premio 'Green scuola', concorso per le scuole secondarie di II grado di Chimica verde. Il concorso, intitolato 'Prodotti verdi: dalle materie prime naturali al consumatore' intendeva segnalare lavori scientifici che riguardassero beni della vita quotidiana prodotti con materiali rinnovabili e attraverso processi a basso impatto ambientale. Alla premiazione, tenuta a



Roma presso la Sala della Comunicazione del Ministero della Pubblica istruzione, si sono presentati i vertici della scuola italiana, a cominciare dal ministro Fioroni e dal presidente del Gruppo di lavoro interministeriale per lo sviluppo della cultura scientifica e tecnologica Luigi Berlinguer. Sulla rivista 'Green' verrà pubblicato un articolo tratto dalla ricerca dei ragazzi dell'artistico.