



INFORMATICA MUSICALE

UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CATANIA
DIPARTIMENTO DI MATEMATICA E INFORMATICA
LAUREA TRIENNALE IN INFORMATICA
A.A. 2019/20
Prof. Filippo L.M. Milotta

ID PROGETTO: 21

TITOLO PROGETTO: La storia e l'evoluzione del violino: dal ravanastron indiano al violino elettrico

AUTORE 1: Distefano Chiara

AUTORE 2: Guardo Alessio

Indice

1. Obiettivi del progetto.....	2
2. Riferimenti Bibliografici.....	8
3. Argomenti Teorici Trattati.....	9

1. Obiettivi del progetto

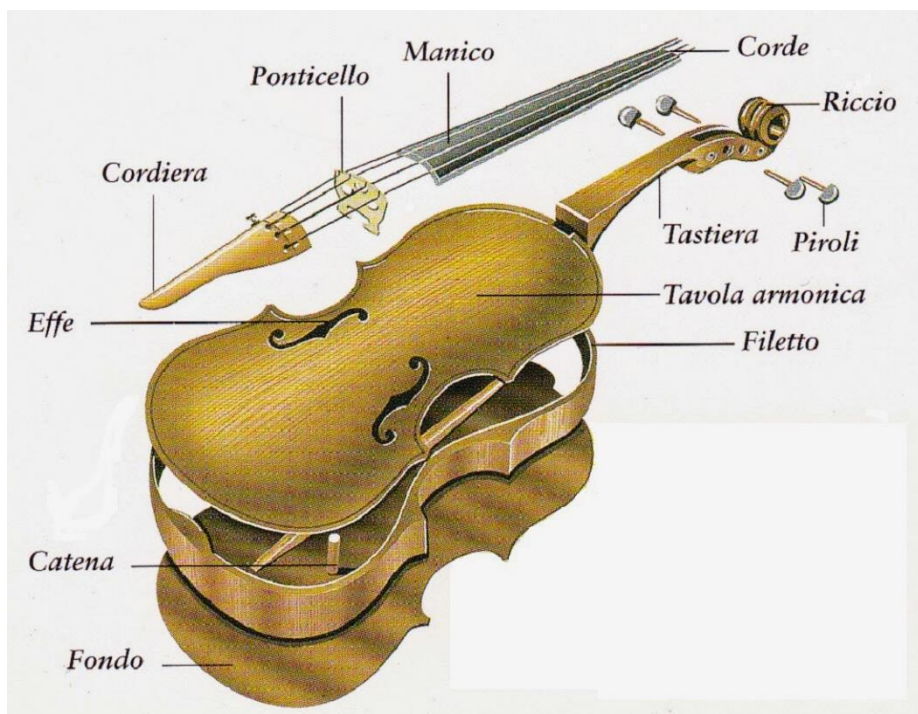
Che cosa è il violino?

Il **violino** è uno strumento musicale ad arco, facente parte della famiglia delle viole, costruito principalmente in legno e dotato di quattro corde accordate ad intervalli di quinta tese su un ponticello. Si tratta dello strumento più piccolo e dalla tessitura più acuta tra i membri della sua famiglia. La corda più bassa (e quindi la nota più bassa ottenibile) è il sol_3 , il sol subito sotto al do centrale del pianoforte (do_4); le altre corde sono, in ordine di frequenza, il re_4 , il la_4 e il mi_5 . Lo sfregamento delle corde con un archetto produce delle vibrazioni che, trasmesse al corpo, producono il suono che tutti conosciamo.

Si chiama violinista chi suona il violino mentre l'artigiano che lo costruisce e lo sa sapientemente riparare è il liutaio.

Com'è fatto un violino?

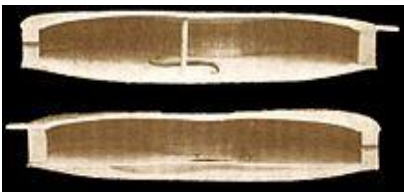
Il violino è composto da una **tavola armonica** e dal **manico** innestato nella parte superiore della cassa.



La tavola armonica (detta anche piano armonico), tradizionalmente di lunghezza compresa tra i 34,9 ed i 36,2 centimetri, è costruita in legno di abete rosso e la sua forma ricorda vagamente un otto, mentre il *fondo* (la parte posteriore) è generalmente in acero montano. È possibile che il piano armonico e il fondo siano formati da una tavola unica, ma più spesso sono composti da due tavole affiancate specularmente, seguendo la venatura del legno e legate insieme da fasce di legno

d'acero. Sia la tavola che il fondo non sono piatte, ma leggermente bombate, e non sono di spessore costante, ma si assottigliano dal centro alla periferia.

La tavola armonica ed il fondo sono collegati tra loro, oltre che dalle fasce laterali, anche da un listello cilindrico di abete di circa 6 mm di diametro, chiamato **anima**, posto all'interno della cassa armonica. L'anima è incastrata fra tavola e fondo in una precisa posizione, vicino al "piede destro" del ponticello. La presenza del listello garantisce una distribuzione uniforme delle vibrazioni su tutto il piano armonico.



Un secondo elemento interno al corpo dello strumento è la **catena**: una lista curva incollata longitudinalmente sotto la tavola.



Il violino ha solamente due aperture, chiamate **effe**, utilizzate come fori di risonanza.

Sulla parte superiore del manico è incollata la **tastiera**, realizzata in ebano.

Le estremità superiori delle corde vengono avvolte attorno ai **piroli** o *bischeri*, inseriti nel cavigliere. Essi servono a tenderle e modificarne la tensione e si usano quindi per accordare lo strumento. Le corde passano su un sostegno all'inizio del manico, chiamato **capotasto**; scorrono al di sopra della tastiera e si appoggiano sul **ponticello**, una lamina

verticale mobile, in legno di acero, che trasmette la vibrazione delle corde al piano armonico; vanno infine a fissarsi alla **cordiera**, collegata, per mezzo di un cavo, al **bottone**. Il ponticello ha due funzioni: trasmette le vibrazioni sonore alla tavola armonica, dove vengono amplificate e riflesse, uscendo infine dalle effe, e mantiene le corde in una posizione arcuata, permettendo così all'archetto di toccare una corda per volta.

Le origini del violino

La questione relativa all'origine del violino risulta ancora essere aperta. Infatti, alcuni attribuiscono l'invenzione a **Andrea Amati di Cremona** altri a **Gasparo da Salò di Brescia**. Secondo molti, non c'è proprio un inventore del violino ma piuttosto un artigiano che seppe fissare i criteri base che sarebbero stati poi seguiti da tutti i suoi successori. Il violino più antico esistente risale al 1564 e fu realizzato da Andrea Amati. Questo presenta già tutte le caratteristiche fondamentali, sia dal punto di vista della forma che del funzionamento del violino che conosciamo oggi. Tuttavia recenti studi confermano la presenza del violino in varie parti d'Europa nello stesso tempo: oltre all'Italia del Nord, lo troviamo in Francia (Parigi e Lione), in Germania, nei Paesi Bassi (specialmente Bruxelles ed Anversa). Nel dicembre del 1523 compare nel registro della tesoreria di Savoia per la prima volta la parola "violino". Anche nel 1530 a Brescia, si trova tracce della parola "violino".

Ma da cosa nasce?

L'antenato del violino sarebbe uno strumento indiano chiamato ravanastron, risalente a circa 2500 anni fa: uno strumento musicale cordofono ad arco, di origine antichissima, con cassa cilindrica, munito di due corde di seta. Si passa così da uno strumento rudimentale per poi trasformarsi, passando dal Rebab iraniano alla Ribeca e lira da braccio alla violetta per arrivare al violino. Grazie al lavoro di bravi artigiani del Rinascimento, si raggiunge un equilibrio tra le forme e la sonorità. Fino alla metà del XVIII secolo, il violino viene suonato in posizione libera. Il suo posto sotto il mento non è ancora una regola fissa. Con l'arrivo della mentoniera (la prima fu fabbricata nel 1830), il violino viene tenuto sempre di più tra la spalla e il mento anche grazie alla spalliera, permettendo così di far scorrere sulla tastiera, la mano sinistra liberata dal compito di sostenere lo strumento.

Il violino dunque è il frutto di una lunga evoluzione sbocciata nell'arte del liutario italiano e più precisamente nel triangolo **Cremona-Brescia-Venezia**. All'inizio del 500, era proprio Venezia la città che produceva più strumenti ad arco con circa 140 costruttori. È però Cremona in seguito a prendere il sopravvento con la cosiddetta **epoca d'oro** nella quale vi sono numerosi artisti straordinari come Antonio Stradivari, Giuseppe Guarneri Bartolomeo detto "del Gesù", Carlo

Bergonzi per citarne solo alcuni. Il violino è lo strumento virtuosistico per eccellenza e diventa la voce della musica genericamente definita "classica".

Acustica



Lo spessore del legno e le sue proprietà fisiche incidono grandemente sul suono prodotto dal violino. L'intensità ed il timbro dipendono in larga misura dal modo in cui la tavola armonica si comporta da un punto di vista acustico, secondo gli schemi determinati dal fisico tedesco **Ernst Chladni**. I cosiddetti nodi (che corrispondono ai punti dove non si ha movimento), individuati tramite dei granelli di sabbia sparsi sulle placche mentre queste vibrano a certe frequenze, corrispondono a quello che viene chiamato "schema di Chladni". Questo procedimento di controllo e verifica delle vibrazioni e della risonanza viene utilizzato dai liutai per verificare il lavoro prima di terminare il montaggio dello strumento. La conoscenza della frequenza di vibrazione della tavola armonica e del fondo di un violino

può, d'altra parte, ottenersi per via teorica in base alle caratteristiche del legno, allo spessore ed alla sua distribuzione nella tavola e nel fondo

Il ruolo delle corde

Di fondamentale importanza è il ruolo svolto dalle corde. Infatti, esse sono la fonte di tutte le vibrazioni, ma in base al tipo di materiale con cui vengono costruite determinano una variazione del suono. Il materiale determina la densità e l'elasticità della corda, quindi utilizzando materiali diversi si può fare operare lo strumento a diversi regimi di sollecitazione. In particolare l'uso tradizionale di corde naturali rende un suono a volte un po' nasale, ma spesso più dolce di quello che si ottiene con l'uso di corde di Nylon, Perlon, o, peggio, acciaio. Tuttavia il budello è molto più sensibile all'umidità, il che significa che le corde in budello tendono a "scordare" molto più facilmente delle corrispondenti sintetiche.

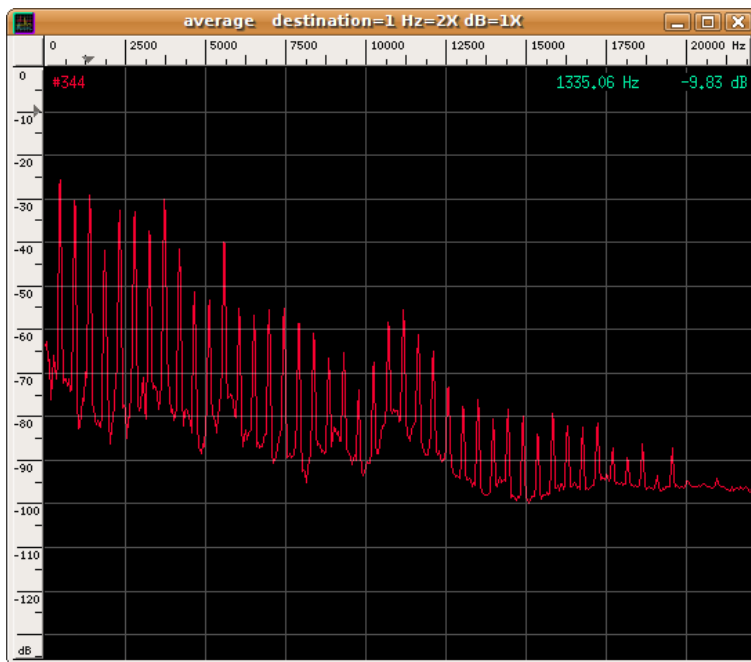
Cosa determina il timbro di uno strumento musicale?

Quando una nota viene emessa da uno strumento viene prodotto un accordo composto da una nota fondamentale più una serie di frequenze multiple che prendono il nome di **armoniche**.

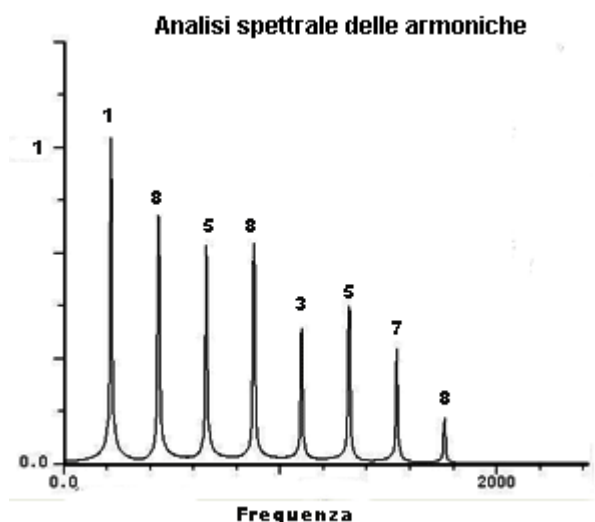
Ci chiediamo quindi come il nostro orecchio riesce a distinguere il suono di un violino da quello di un pianoforte anche se emettono la stessa nota? La risposta risiede nel fatto che ogni strumento

produce una serie di armonici aventi differenti intensità (dovuto al modo di emissione sonora e alla struttura risonante) che sommandosi determinano il timbro caratteristico.

Intorno alla metà dell'Ottocento il medico e fisico tedesco **Hermann von Helmholtz** riuscì a dimostrare che il timbro di un suono complesso (come quello del flauto) dipende dalle sue componenti parziali, ovvero, dal suono fondamentale e dalle armoniche. Sfruttando la trasformata di Fourier, la quale permette di passare dal dominio del tempo al dominio della frequenza e viceversa, possiamo quindi trasformare il nostro segnale, ossia il suono in una serie di sinusoidi.



Spettri in frequenza delle note del violino sull'asse orizzontale le frequenze, e sull'asse verticale la loro ampiezza in una scala in dB.



Quindi con otto suoni sovrapposti aventi le stesse frequenze ed intensità delle armoniche del grafico potremmo ricreare lo stesso identico suono del nostro flauto iniziale?

La risposta è: quasi. Infatti, sovrapponendo le varie armoniche otteniamo un suono simile ma che si discosta dal suono del violino. Questo poiché non abbiamo tenuto in considerazione altri fattori che sono fondamentali nella formazione di un timbro. Infatti, nella determinazione di un timbro esistono altre componenti che non sono multipli della frequenza fondamentale, ma sono essenziali nella caratterizzazione del timbro: essi sono dei rumori molto particolari come nel nostro caso il fiato del nostro flautista, il rumore del martelletto che colpisce la corda nel caso di un pianoforte, oppure il rumore delle dita che pizzicano una corda di chitarra. Inoltre, di fondamentale importanza nella creazione di un timbro risultano essere le formanti. Quest'ultime sono intrinsecamente legate alla forma dello strumento e le possiamo considerare come una sorta di equalizzatore fisico in grado di enfatizzare ed attenuare determinate armoniche aumentandone la bellezza timbrica.

Il violino elettrico

Il **violino elettrico** è un violino che al suo interno ha un'**amplificazione elettronica** del suono. Il termine si riferisce propriamente ad uno strumento appositamente realizzato per essere elettrificato tramite pick-up integrati e solitamente con il corpo solido.

I **pick-up** (trasduttore) è un dispositivo elettrico, utilizzato principalmente in ambito musicale, in grado di trasformare le vibrazioni delle corde di uno strumento musicale cordofono (ad esempio la chitarra elettrica o il basso elettrico) in impulsi di tipo elettrico.



Il violino elettrico è stato sperimentato per la prima volta nelle *big band* americane negli anni Venti. Pioniere di questo strumento è senza dubbio il violinista afroamericano **Stuff Smith** che lo amplificò con un artigianale pick-up elettrico. Gli anni Quaranta videro la sua diffusione grazie alle aziende Electro Stringed Instrument Corporation e National Valco. Successivamente anche la celebre Fender si è confrontò con questa particolare variante del violino.

2. Riferimenti Bibliografici

<https://it.wikipedia.org/wiki/Violino>:

Descrivere la struttura e i principali componenti del violino

<https://www.lucaleggi.it/blog/perche-il-piano-ed-il-violino-hanno-dei-timbri-diversi/>

http://fisicaondemusica.unimore.it/Percezione_del_timbro.html

Analizzare le differenze timbriche a secondo del materiale costruttivo delle corde e alla scelta del legno

<https://it.wikipedia.org/wiki/Violinoelettrico>

Mettere in luce le principali caratteristiche del violino elettrico analizzando il meccanismo di amplificazione del suono

Marco Luise, Giorgio Vitetta: Teoria dei Segnali, Mc Graw Hill:

approfondimento sulla serie di Fourier

3. Argomenti Teorici Trattati

Analisi dello spettro del suono nel dominio del tempo e della frequenza

L'analisi spettrale rappresenta uno dei più potenti strumenti di indagine in molti campi dell'ingegneria. Il fatto di poter rappresentare segnali complessi come somma di funzioni semplici, tipicamente sinusoidi o esponenziali complessi, permette di evidenziare caratteristiche del segnale altrimenti difficili, se non impossibili, da rilevare.

Segnale periodico e serie di Fourier



Sia $x(t)$ un segnale a tempo continuo, periodico di periodo T e di estensione infinita. Si dimostra che $x(t)$ può essere rappresentato da una somma pesata (e in generale infinita) di cosinusoidi le cui frequenze sono multiple intere di $1/T$. Si ha cioè:

$$x(t) = x(t + mT)$$

$$x(t) = \sum_{k=0}^{+\infty} C_k \cos(\omega_0 kt + \Phi_k) \text{ con } \omega_0 = \frac{2\pi}{T}$$

in cui il termine Φ_k tiene conto della "posizione" della k -esima cosinusoide. Una forma alternativa, più comoda per introdurre la trasformata di Fourier è la forma complessa della serie di Fourier, che si ottiene riscrivendo il coseno come somma di esponenziali complessi e riorganizzando i limiti della sommatoria:

$$x(t) = \sum_{k=0}^{+\infty} F_k e^{(j\omega_0 kt)} \text{ con } \omega_0 = \frac{2\pi}{T}$$

In cui F_k sono legati attraverso la relazione:

$$F_k = \frac{C_{|k|}}{2} e^{j \operatorname{sgn}(k) \Phi_{|k|}} \text{ con } n \in \mathbb{Z}$$

quindi i coefficienti F_k contengono sia l'informazione di fase che quella di modulo relative alla k -esima parziale:

$$|F_k| = \frac{C_k}{2}, \angle F_k = \Phi_k$$

la determinazione di F_k si ottiene osservando che dato che tutti gli esponenziali presenti in (4.3) sono combinazioni di seni e coseni di periodo T , il loro integrale sul periodo è nullo; si ha in particolare:

$$\int_0^T e^{(j\omega_0 nt)} e^{-(j\omega_0 mt)} dt = \int_0^T e^{(j\omega_0 (n-m)t)} dt = \begin{cases} 0 & n \neq m \\ T & n = m \end{cases}$$

È quindi diretta la derivazione della seguente formula per il calcolo dei coefficienti della serie:

$$F_k = \frac{1}{T} \int_0^T x(t) e^{-(j\omega_0 kt)} dt$$

Sostituendo si ottiene

$$x(t) = \sum_{k=-\infty}^{+\infty} \frac{1}{T} \left[\int_0^T x(t) e^{-(j\omega_0 kt)} dt \right] e^{j\omega_0 kt}$$

In generale, un amplificatore è formato, semplificando molto, da due unità accoppiate tra loro: **stadio preamplificatore** e **stadio di potenza**. In pratica, sono i due stadi base che da soli sono in grado di dare al segnale in ingresso:

- un primo grande guadagno iniziale con la massima fedeltà possibile, compatibile con i costi stabiliti.
- un ulteriore guadagno con componenti capaci di dare la necessaria potenza al segnale in uscita e renderlo (tramite l'altoparlante) udibile.

In teoria, si può fare tutto con un solo stadio, ma in pratica un solo stadio non basta: tutto comunque è in funzione di ciò che si vuole ottenere. In generale ogni stadio fornisce un guadagno che si moltiplica a quello precedente (sommato se è espresso in decibel) e così via, tutto questo a spese della corrente fornita da un adeguato circuito di alimentazione

Nel settore Hi-End, gli stadi di amplificazione sono suddivisi in due distinti telai: il

Preamplificatore, che contiene gli stadi a basso livello e il **Finale di potenza**, contenente gli stadi ad alta corrente, mentre nei sistemi più sofisticati l'alimentatore del preamplificatore viene fornito separatamente in un terzo telaio.

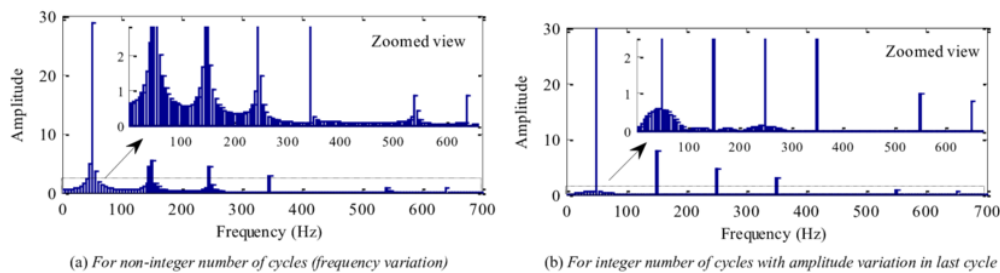


Fig. 4. Typical spectrum of a signal with time-varying signal within the window.