



INFORMATICA MUSICALE

UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CATANIA
DIPARTIMENTO DI MATEMATICA E INFORMATICA
LAUREA TRIENNALE IN INFORMATICA
A.A. 2018/19
Prof. Filippo L.M. Milotta

ID PROGETTO: 1A

TITOLO PROGETTO: Storia del Clarinetto e differenze timbriche in relazione al materiale di costruzione

AUTORE: D'Alessandro Marco Francesco

Sommario

1. Obiettivi del progetto

- Storia, descrizione e analisi del Clarinetto.....2
- Descrizione dell'ebano e dell'ebanite.....4

2. Metodo Proposto / Riferimenti Bibliografici 5

3. Risultati Ottenuti / Argomenti Teorici Trattati 7

1. Obiettivi del progetto

• Storia, descrizione e analisi del Clarinetto

Il Clarinetto è uno strumento musicale a fiato ad ancia semplice ed appartiene alla famiglia dei legni.

Precursori del Clarinetto sono il Memet Egiziano, costruito nel 2700 a.C e lo Chalumeau, inventato in Francia e costituito da un tubo cilindrico di canna alla cui parte superiore si trova un'incisione fatta per ricavare l'ancia.

Il termine Clarinetto appare per la prima volta nel 1732 e deriva dall'associazione con il Clarino, uno strumento appartenente alla famiglia della Tromba, che aveva un suono simile al Clarinetto.

Lo sviluppo del Clarinetto prosegue negli anni, in particolare viene aggiunta una chiave lunga nel 1740 da Jacob Denner che porta lo strumento all'estensione attuale.

Un altro passo importante nell'evoluzione di questo strumento viene fatto da Ivan Muller, il quale costruì un Clarinetto con 13 chiavi in grado di suonare in tutte le tonalità. Tale strumento venne in seguito modificato da Carl Barmann ed è usato oggi in Germania e in Austria.

Un'altra variante del Clarinetto (sistema Boehm) viene invece costruita da Hyacinthe Eléonore Klosé, possiede 17 chiavi ed è il tipo di Clarinetto più diffuso.

Esistono diversi tipi di Clarinetto, i più usati sono Il Clarinetto Soprano in Sib, il Clarinetto Soprano in La, il Clarinetto Piccolo in Mib e il Clarinetto Basso in Sib.

Il Clarinetto è diviso in 5 parti, unite ad incastro con guarnizioni in sughero. Partendo dall'alto abbiamo bocchino, barilotto, pezzo superiore, pezzo inferiore e campana.



L'estensione dello strumento è variabile, generalmente va dal Re2 al Sib5, anche se molti strumentisti sono in grado di arrivare fino al Re6.

Possiamo suddividere l'estensione del Clarinetto in registro grave, medio e acuto.

La peculiarità del Clarinetto è quella di avere una cameratura fondamentalmente cilindrica la quale permette alla colonna d'aria di risuonare come una "canna semi-aperta". In tale situazione la minima frequenza riproducibile misura quattro volte la lunghezza di canna, e, detta c la velocità del suono, corrisponde alla frequenza

$$f_0 = \frac{c}{4L}.$$

Le altre frequenze proprie sono multipli dispari di questa fondamentale

$$f_n = (2n + 1)f_0.$$

In una cameratura conica, invece, la minima frequenza, o fondamentale della canna, corrisponde alla massima lunghezza d'onda compatibile con i vincoli, pari al doppio della lunghezza della canna

$$f_0 = \frac{c}{2L},$$

mentre le frequenze superiori stanno in rapporto perfettamente armonico con la fondamentale

$$f_n = nf_0.$$

A causa del suo comportamento come "canna semi-aperta" dovuta alla cameratura cilindrica (unico strumento a fiato con questa caratteristica), il clarinetto produce suoni un'ottava più gravi di un qualunque altro strumento a fiato (con cameratura conica) di eguale lunghezza

Inoltre l'uso del portavoce, a causa della canna cilindrica, comporta il passaggio ad una dodicesima superiore a differenza di altri strumenti a fiato (con cameratura conica) in cui si ha il passaggio a un'ottava superiore.

- **Descrizione Ebano ed Ebanite**

Il Clarinetto viene oggi costruito in legno (Ebano, Palissandro, Grenadilla, Cocobolo) o in Ebanite.

L'ebano è un legno duro, compatto e scuro che si ricava da diverse specie di alberi del genere *Diospyros*, della famiglia delle Ebenacee.

E' un legno molto pregiato, e il suo colore scuro, presente solo negli alberi più vecchi, è dovuto a un fungo parassita.

Essendo un legno molto ricercato e di lenta crescita, è un albero a rischio estinzione.

Viene usato per la fabbricazione di mobili, per rivestimenti di lusso, per la costruzione di strumenti musicali (Clarinetto, Oboe, ecc).

L'ebanite è una sostanza ottenuta da O.Meyer e Thomas Hancock nel 1843: utilizzata in seguito come sostituto dell'ebano e come isolante elettrico.

Viene ricavata per vulcanizzazione prolungata da una miscela di gomma naturale, viene infatti chiamata anche "hard rubber".

E' un materiale duro e fragile, resiste alle sostanze acide ed è facilmente lavorabile e lucidabile.

Viene usata per la fabbricazione di strumenti musicali (clarinetto, oboe, ecc), bocchini per strumenti ad ancia (clarinetto, sax), palle da bowling e penne stilografiche.

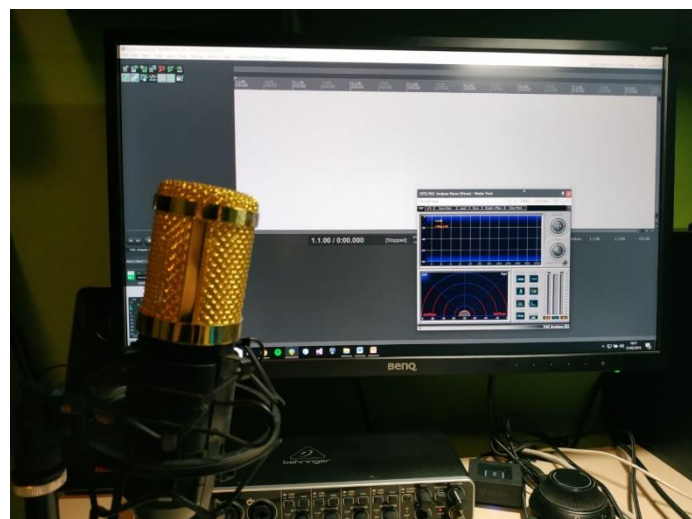
Viene preferito all'ebano nella costruzione soprattutto di clarinetti economici a causa del suo costo notevolmente minore. Altro vantaggio dell'Ebanite è l'insensibilità alle variazioni di umidità e la ridotta usura nel tempo.

2. Metodo Proposto / Riferimenti Bibliografici

- <https://it.wikipedia.org/wiki/Clarinetto> (Storia e descrizione del Clarinetto)
- http://fisicaondemusica.unimore.it/Canna_cilindrica.html (Informazioni su canna cilindrica)
- http://fisicaondemusica.unimore.it/Canna_conica.html (Informazioni su canna conica)
- https://it.wikipedia.org/wiki/Ebano#Caratteristiche_tecniche (Descrizione Ebano)
- <https://it.wikipedia.org/wiki/Ebanite> (Descrizione Ebanite)
- <https://it.mathworks.com/matlabcentral/fileexchange/38837-sound-analysis-with-matlab-implementation> (codice analisi spettrale)

Elenco strumentazione e software usati:

- DAW: Reaper;
- MATLAB;
- Analizzatore di spettro: PAZ-Analyzer Stereo;
- Autotune: ReaTune;
- Scheda Audio: Behringer UMC404HD;
- Microfono: Neewer NW-800;
- Clarinetto in Ebano: Buffet RC Prestige;
- Clarinetto in Ebanite: Buffet B12;
- Bocchino: Vandoren B40;
- Legatura: BG Standard;
- Ancia: Vandoren 3 Standard.





L'utilizzo di diversa strumentazione potrebbe dar luogo a risultati differenti

Nella prima fase dell'analisi utilizzo Reaper. In particolare:

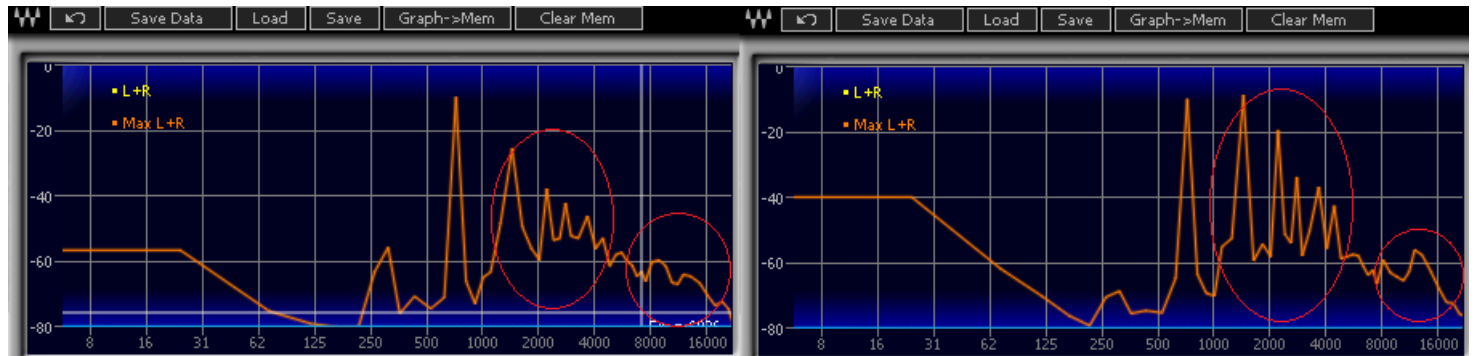
- registro 3 note diverse (Fa5(registro alto) - La4 (Registro medio) - Mib3 (registro grave) con entrambi gli strumenti con una frequenza di campionamento 44.1Khz;
- eseguo una normalizzazione delle tracce audio in modo da avere la stessa intensità sonora per tutti i suoni da misurare;
- applico a ogni singola traccia il plugin ReaTune, il quale esegue una correzione dell'intonazione in modo da avere le armoniche fondamentali tutte alla stessa identica frequenza;
- Tramite plugin Paz-Analyzer ricavo lo spettro delle singole note ed eseguo una prima valutazione;
- Esporto le tracce audio in formato WAV, in mono e utilizzando una PCM a 24bit.

Per trovare la differenza tra gli spettri delle note utilizzo Matlab. In particolare:

- leggo il file audio .wav tramite funzione `audioread()`;
- trovo la lunghezza della traccia tramite la funzione `length()`;
- calcolo la finestra di hann tramite la funzione `hanning()`;
- ricavo la densità spettrale di potenza tramite la funzione `periodogram` passando come parametri il canale audio, la finestra di hann calcolata prima, la lunghezza della traccia e il sample rate FS;
- Dopo aver effettuato queste operazioni per le due note eseguo la differenza tra i valori dei due spettri trovati e inserisco i valori in un grafico normalizzato.
- Per avere un confronto numerico calcolo l'energia degli spettri differenza tramite `sum(diff.^2)`, e calcolo i valori massimi tramite funzione `max()`.

3. Risultati Ottenuti / Argomenti Teorici Trattati

•FA5

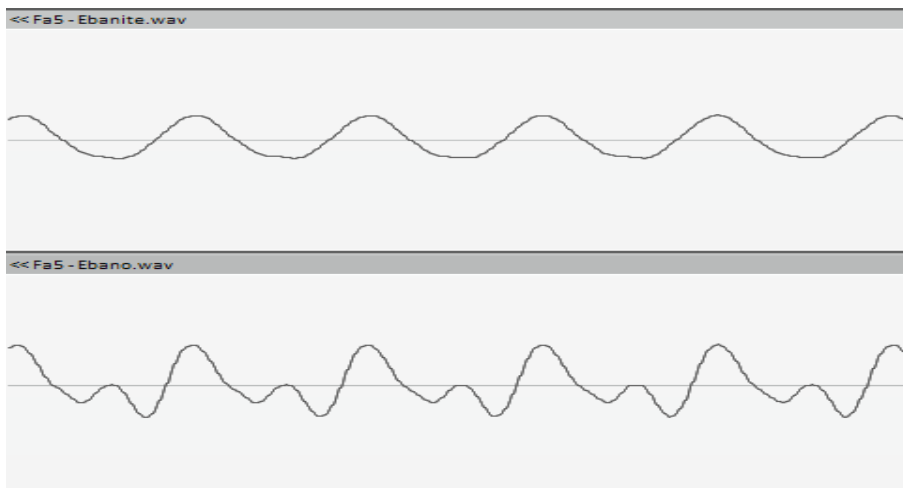


Fa5 Ebomite

Fa5 Ebano

Possiamo notare che le componenti spettrali dai 1000Hz ai 4000Hz risultano avere una intensità sonora minore nel clarinetto in Ebanite rispetto a quello in Ebano;

Le rispettive forme d'onda giustificano le differenze viste nello spettro.



Fa5 Ebomite

Fa5 Ebano

•LA4

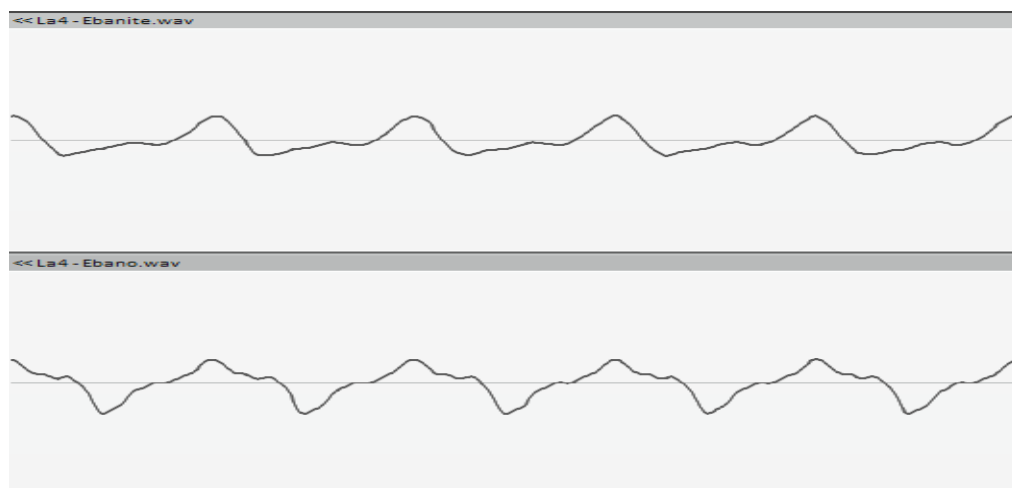


La4 Ebanite

La4 Ebano

Possiamo notare in questo caso la quasi totale assenza di armoniche dopo i 7000Hz nella nota suonata dal Clarinetto in Ebanite e la presenza media di armoniche a maggiore intensità tra i 1000Hz e i 2000Hz nella nota suonata da quello in Ebano

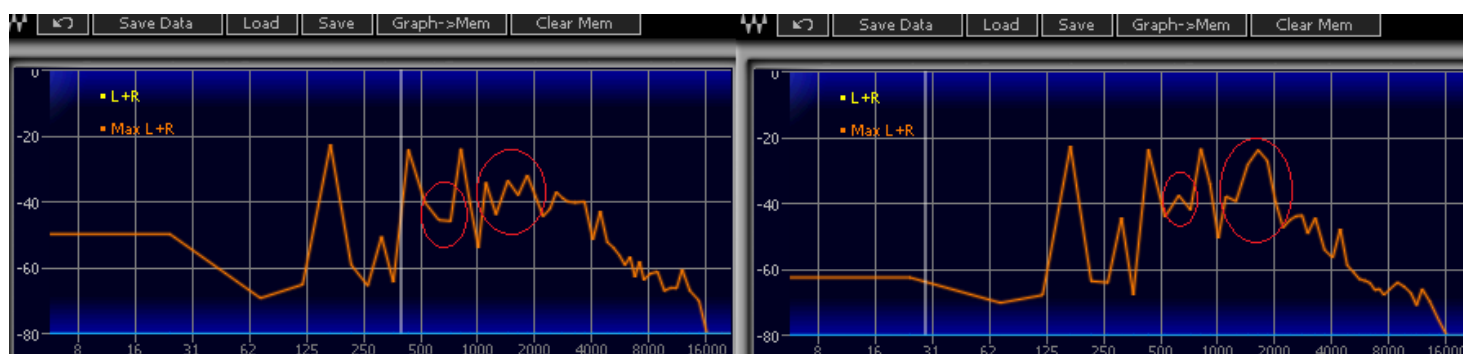
Le rispettive forme d'onda giustificano le differenze viste nello spettro.



La4 Ebanite

La4 Ebano

•Mib3

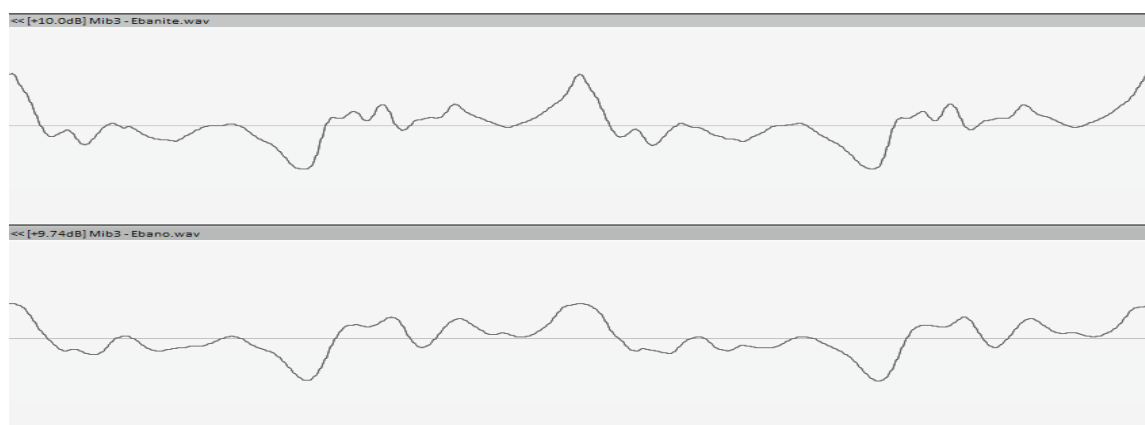


Mib3 Ebanite

Mib3 Ebano

Come si può vedere, scendendo verso il registro grave le differenze timbriche si fanno più lievi, in particolare troviamo un'armonica a bassa intensità a 608Hz nella nota emessa dal clarinetto in ebano non presente nell'altro spettro, e una differenza nello spettro dai 1058Hz ai 1806Hz. Quindi le due note emesse dai due clarinetti sono quasi indistinguibili.

Le lievi differenze nello spettro possono essere viste anche nelle rispettive forme d'onda che risultano essere molto simili.

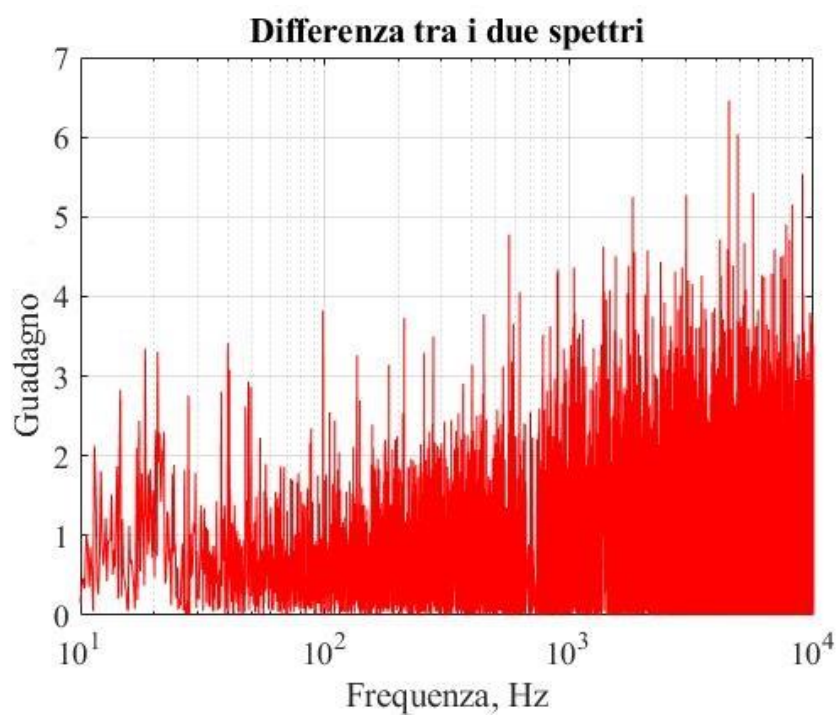


Mib3 Ebanite

Mib3 Ebano

- Confronto differenze spettrali

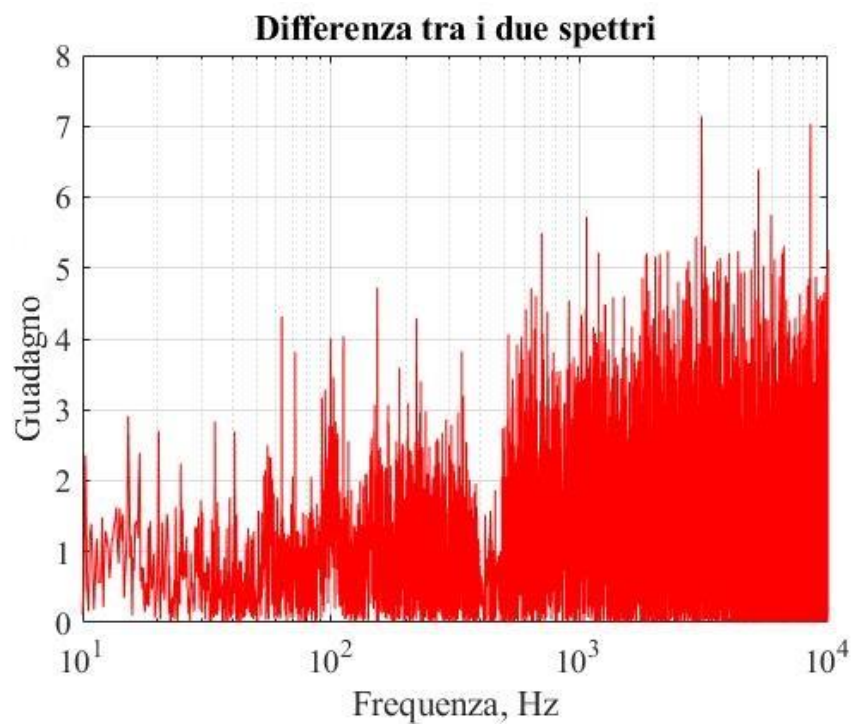
Fa5



Energia: 1.6598e+04

Valore Max: 6.4548

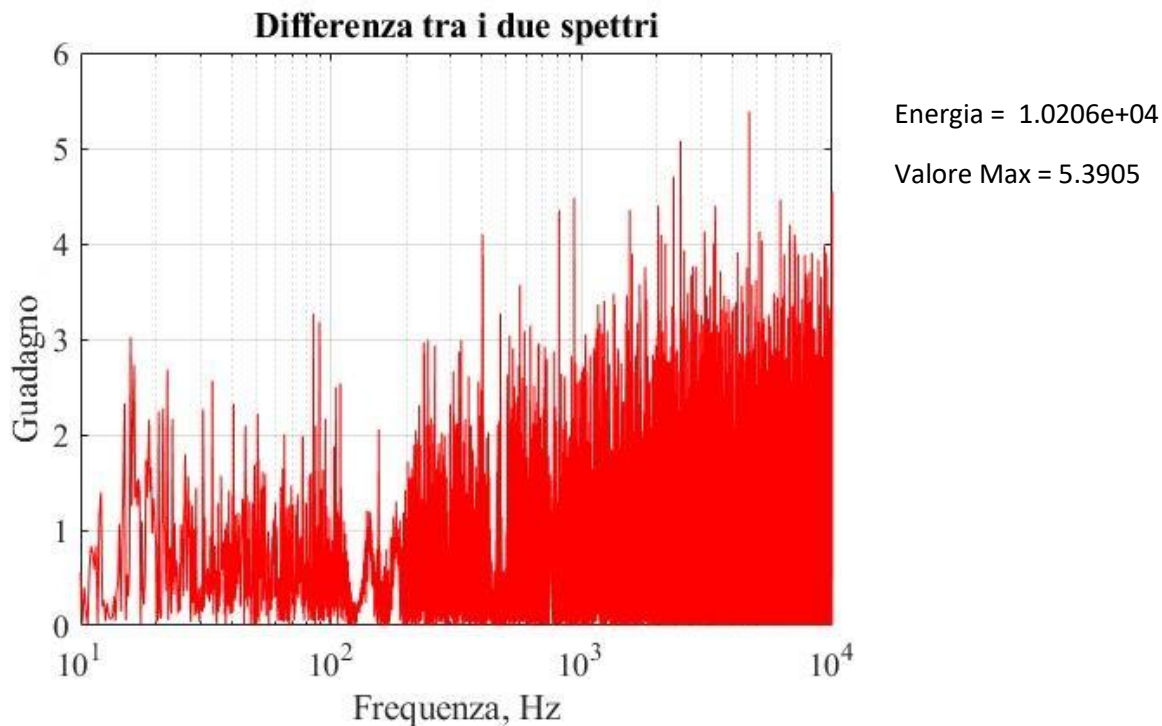
La4



Energia = 2.1091e+04

Valore Max = 7.1403

Mib3



Nei grafici che rappresentano la differenza tra gli spettri avere componenti a bassa intensità e quindi energia minore è risultato del fatto che i due suoni sono molto simili tra loro, si nota infatti un “buco” nei 3 grafici nelle rispettive frequenze fondamentali dei suoni.

I risultati che ci aspettavamo sono confermati dai grafici relativi alla differenza tra gli spettri; avendo infatti valori maggiori in corrispondenza delle alte frequenze, si può dire che proprio a quelle frequenze i suoni sono tra loro più diversi di quanto non lo sono a basse frequenze.

In particolare, le maggiori differenze sono risultate nel La4 e nel Fa5, come si può vedere dai rispettivi valori delle energie calcolate.

•Conclusioni

Eseguito il confronto tra gli spettri e tra le forme d'onda, ed eseguita l'analisi dello spettro differenza si può affermare che le differenze tra il suono di un clarinetto in ebano e uno in ebanite sono dovute alla presenza di un maggior numero di armoniche prodotte alle alte frequenze.

Queste differenze sono più pronunciate nelle note appartenenti al registro medio-alto.

Le conseguenze della presenza di un maggior numero di armoniche nelle note emesse dal clarinetto in Ebano portano esso ad avere un suono migliore rispetto al clarinetto in Ebanite.

D'altra parte i vantaggi nell'utilizzo dell'ebanite sono

- minor costo;
- facile reperibilità del materiale;
- maggior resistenza agli agenti atmosferici;