



# 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:** 30

**TITOLO PROGETTO:** Cambiare tonalità in digitale

**AUTORE 1:** Gorgone Federico

## Indice

<b>0. Introduzione</b>	3
<b>0.1 La nascita del basso elettrico</b>	3
<b>0.2 Le parti del basso elettrico</b>	3
<b>0.3 Concetti teorici</b>	4
Nomenclatura delle note	4
Cos'è una Scala e suoi Intervalli	4
Scala Maggiore	5
Tonalità	5
<b>1. Obiettivi del progetto</b>	5
<b>1.1 Perché simili</b>	5
Il suono	5
Audio analogico e digitale	6
Campionamento	6
Formato .mp3	7
<b>2. Metodo Proposto / Riferimenti Bibliografici</b>	8
La registrazione	8
Registrazione della Scala Maggiore in tonalità di C e in tonalità di G	8
Bibliografia	8

**3. Risultati Ottenuti** ..... 9

Dalla tonalità di G1 alla tonalità di G1 trasformato..... 9

Differenza tra C2 originale e C2 trasformato ..... 9

## 0. Introduzione

In questo documento verrà raccontata una breve storia sul basso elettrico, i principali concetti musicali che saranno utilizzati. Subito dopo, saranno date spiegazioni riguardo l'obiettivo del progetto assieme ai concetti di digitalizzazione; il paragrafo "Metodo Proposto", darà informazioni riguardo gli step eseguiti per giungere al risultato finale; infine, saranno resi noti i risultati ottenuti.

### 0.1 La nascita del basso elettrico

Prima della metà del XX secolo, il basso elettrico non esisteva. La sua nascita avvenne grazie a **Leo Fender** che permise di risolvere grandissimi problemi. In quel periodo, si suonava il contrabbasso che per molti era scomodo e, a differenza dei suoi concorrenti con suoni più acuti, i suoi bassi erano quasi impercettibili. Da un punto di vista teorico, il fenomeno si spiega così: un suono grave, cioè ad una frequenza più bassa, necessita di più energia per essere udito alla stessa intensità di uno più acuto. Perciò l'ingegnere elettrico Leo Fender progettò uno strumento che denominò **basso elettrico**. Questo strumento finalmente si poteva amplificare ed era possibile sentirlo chiaramente in un'orchestra.

Le parti del basso elettrico sono: la paletta, le meccaniche, la tastiera, i tasti, il truss rod, il corpo, il ponte, i potenziometri e le corde, ecc...



Figura 1 Basso elettrico a 4 corde

### 0.2 Le parti del basso elettrico

La paletta è la parte superiore del basso che ha il compito di tenere in tensione le corde nella sua estremità e, inoltre, è composta dalle meccaniche e dal truss rod. Le meccaniche possono essere ruotate in senso orario-antiorario ed è possibile aumentare la tensione delle corde o diminuirla a seconda del verso. I tasti sono rappresentati dalle lamine conficcate nella parte più lunga del legno, mentre, la tastiera comprende l'insieme di questi tasti. La paletta e la tastiera formano il manico, che può essere privo di tasti. Prima di dire cosa sia il truss rod, bisogna chiarire un concetto: il basso elettrico o la chitarra elettrica, non hanno una tastiera perfettamente dritta, bensì, ha un'andamento che può essere leggermente convesso o concavo. È variabile perché il legno, in condizioni di umidità o altri fattori ambientali si modifica continuamente, e per contrastare questo effetto è nato il truss rod. A seconda di come viene ruotato può più o meno contrastare l'andamento non voluto del legno. L'operazione in questione, è preferibile farla effettuare da un liutaio che è un esperto di modifiche di diversi strumenti musicali.

È giunto il momento di passare alla parte inferiore del basso. Il corpo rappresenta la parte più grande del basso e si compone di due potenziometri che sono di due tipologie: volume, che ne riduce o aumenta l'intensità; tono che dà enfasi a frequenze medio-alte. La domanda che qualcuno potrebbe porre: come si fa a riprodurre il suono del basso elettrico? 😊 Grazie alle nozioni del magnetismo! Le corde del basso elettrico sono immerse in un campo magnetico prodotto dai pick-up (quelle palline sotto le corde, le quali sono calamite), che non appena sono percosse (pizzicate) all'interno dei pick-up è presente una o più bobine nelle quali si genera una corrente elettrica tenue. Facendo un semplice circuito, capace di mandare tutto in uscita ad un amplificatore, è possibile ascoltare ciò che si suona.

I pickup si dicono single-coil quando sono in una sola posizione, generalmente vicino il manico. Si dicono dual coil quando sono due: uno vicino il manico e uno vicino il ponte. Il ponte è l'altra estremità che tiene in

tensione le corde e solitamente si può regolare in altezza e in spostamenti orizzontali per corda. A volte, si applica sopra il basso elettrico il battipenna come in figura 1.

## 0.3 Concetti teorici

Prima di proseguire con l'esperimento, sarà bene, per chi non li conosce, dare alcune basi teoriche dei termini e delle conoscenze usate.

### Nomenclatura delle note

Sin da piccoli si è abituati a conoscere le note come Do Re Mi Fa Sol La Si (Do). Tuttavia, se ci si sposta fuori dall'Italia, non tutti conosceranno questi nomi assegnati. Per parlare un po' tutti la stessa lingua, sono state scelte delle lettere destinate a rappresentare queste note in tutto il mondo 😊

Do sarà C, Re sarà D, Mi sarà E, Fa sarà F, Sol sarà G, La sarà A, Si sarà B. Perciò la comunissima scala sarà:

C D E F G A B (C)

### Cos'è una Scala e suoi Intervalli

Nella musica, una scala si utilizza per scendere e salire con le note. Un suono racchiude più frequenze, tuttavia quella dominante rappresenta la nota, quelle minori rappresentano il timbro dello strumento. Diverse note suonate nel tempo, possono avere una frequenza differente; questo determina la loro distanza o intervallo. Se per ipotesi si decidesse di stabilire dei nostri intervalli fra più note, fino a ritornare alla nota di partenza, è stata costruita una scala. Ciò è quello che fanno le scale maggiore, minori, pentatoniche, ecc...

### Semitono e tono

Viene definito semitono, la più piccola distanza tra due note, mentre, tono è 2 volte un semitono. Verranno scritti rispettivamente sT e T.

### Note alterate e sistema equabile

Le note C – D – E – F – G – A – B vengono chiamate note naturali. Non sono le uniche, ma ce ne sono altre 5 che si chiamano note alterate, più precisamente:

C – C# o Db

D – D# o Eb

E – F – F# o Gb

G – G# o Ab

A – A# o Bb

B – C

Si utilizza il diesis (#) quando si suona in senso ascendente (da un suono più grave a un suono più acuto), mentre il bemolle (b) quando si suona in senso discendente (da un suono più acuto a un suono più grave). In realtà, una domanda che alcuni possono porsi è la seguente: "Ma perché si utilizzano due simboli per lo stesso suono?" Per chi suona un pianoforte, non esiste differenza alcuna tra la nota alterata con il diesis e quella con il bemolle, produrrà all'infinito lo stesso suono. Invece, chi suona un violino, un basso elettrico privo dei tasti o altri strumenti simili, è necessario che conosca la loro differenza. Spostamenti minimi produrranno suoni diversi.

## Scala Maggiore

Una volta chiarito che una scala si determina da una successione di note ad un intervallo pre-stabilito e che sono presenti anche delle note alterate, è possibile non solo creare una scala maggiore che parta dal Do, ma anche da qualsiasi altra nota come il Sol.

C	D	E	F	G	A	B	(C)
	T	T	sT	T	T	T	sT
G	A	B	C	D	E	F#	(G)

Oltre le scale maggiori, esistono tantissime altre scale e conoscenze che non faranno testo in questo documento.

## Tonalità

Qualitativamente con questo termine si intende la nota che dà un senso di “rilassamento”, di rilascio delle tensioni o “ritorno a casa”. Di solito questa nota è presente all’inizio di un brano e/o alla fine di esso; inoltre, è quella che si utilizza più spesso. Inoltre, se viene suonata la nota che corrisponde alla tonalità, ci starà sempre.

Nel caso delle scale maggiori, se si inizia con il G, si otterrà una scala maggiore di G in tonalità di G, via via scorrendo cambiando nota.

## 1. Obiettivi del progetto

Audacity, Audition sono nomi familiari per le nuove generazioni. Tuttavia, permettono di eseguire tante di quelle operazioni, che come Photoshop, è quasi impossibile utilizzarle tutte. Lo scopo, in questo caso, sarà il seguente: dati due tracce audio in tonalità differenti registrate con uno strumento (con l’ausilio di Audacity), comparare le differenze.

### 1.1 Perché simili

Nei paragrafi precedenti si spiega come un suono possiede una sola frequenza dominante e più frequenze minori. La frequenza dominante caratterizza la nota, quelle minori caratterizzano il timbro. Il timbro nel caso del basso elettrico varia in primis con lo spessore delle corde, dalla posizione sulla tastiera e da come si percuote la corda.

Il motivo risiede nel timbro. Siccome si suoneranno due pattern uguali ma in tonalità differenti, segue che si utilizzeranno posizioni sulla tastiera differenti e perciò le frequenze minori saranno differenti. Perciò, ipoteticamente parlando, si dovrebbe ottenere una dominante uguale, ma il resto delle frequenze non del tutto uguale.

Prima di proseguire, si leggano le differenze tra l’audio analogico e digitale, cosa sia il campionamento e il formato .mp3.

## Il suono

*Il suono è un insieme di onde meccaniche longitudinali. L’oggetto che origina il suono produce una vibrazione che si propaga attraverso un mezzo modificando nel tempo la pressione locale delle particelle che lo costituiscono.*

### Come funziona

Si faccia un esempio. Una persona riesce a comunicare in quanto le sue corde vocali emettono delle vibrazioni grazie alle sue corde vocali, il lavoro che svolgono è di tipo meccanico. L'etere, anche se non lo si percepisce a occhio, è un mezzo trasmissivo, perciò il suono si propaga.

Tuttavia, il suono non percorre una distanza infinita, ma ci sono delle regole che la natura gli ha imposto. In particolare, l'intensità diminuisce con il quadrato della distanza e, questa, chiamata anche Legge dell'inverso del quadrato si può trovare anche in astronomia. Keplero formulò che date due masse  $m_1$  e  $m_2$ , la loro forza attrattiva diminuisce con il quadrato della loro distanza (è presente una costante che non ha importanza citarla).

### Altre proprietà principali

Oltre l'uomo, anche la natura riesce a produrre dei suoni: il tuono, gli animali e altri fenomeni naturali. Perciò l'uomo scientifico si interessò a comprenderne meglio la sua natura e si capì che un suono più basso (grave) ha bisogno di più energia per essere udito alla stessa intensità della controparte più acuta. Il suono viaggia ad una velocità di 331,45 m/s alla temperatura di 0°C e aumentandola cresce la sua velocità. Di giorno, il suono tende a propagarsi verso l'alto e di sera verso il basso. Infine, anche il vento è un fattore che influenza la sua direzione.

### Audio analogico e digitale

*L'audio è un segnale elettromagnetico che rappresenta e trasporta informazione sonora.*

*L'audio e il suono sono quindi fisicamente differenti, in particolare il primo permette di trasmettere il secondo facendolo viaggiare attraverso apparecchiature elettroniche.*

L'uomo si avvicinò alla musica sin dai tempi antichi, tuttavia non esistevano apparecchiature né grezze né sofisticate come nel XXI d.C. Le apparecchiature si evolsero in tre fasi: riproduzione dei suoni con registrazione non automatica, registrazione dei suoni impossibili da riprodurre e, infine, registrazione e riproduzione automatica dei suoni nel 1877 con il fonografo.

Prima dell'introduzione del PC, l'audio era di tipo analogico. Riproduceva il più fedelmente possibile il suono reale e, spesso, con dei rumori che soprattutto caratterizzavano il supporto utilizzato. Si pensi alle cassette a nastro: potevano essere smagnetizzate oppure dopo un certo tempo si introducevano dei rumori. Lo stesso dicasi per il vinile.

L'audio digitale è una combinazione di 0 e 1 che può essere riprodotta fedelmente da qualsiasi pc, mp3 o altri dispositivi digitali. Una delle sue problematiche riguarda la naturalezza del suono. Un audio digitale e analogico, sono sempre differenti.

In questo caso, il basso elettrico trasmetterà un segnale analogico che il pc convertirà in digitale. Perciò, da un lato perde dinamicità, ma dall'altro si registra una traccia affetta da minori disturbi.

### Campionamento

Ogni componente del pc lavora ad una frequenza, come il processore. Trasformare un audio analogico in digitale, significa selezionare il numero di campioni per secondo, in modo da riprodurre quell'audio, in maniera più fedele possibile. Nyquist-Shannon formulò un teorema che disse che il tasso di campionamento deve essere 2 volte la frequenza di Nyquist. Significa che un audio digitale a 100Hz per essere riprodotto fedelmente deve essere campionato a 200Hz. Tuttavia, se corrisponde esattamente al doppio, viene definita frequenza critica, se si registra ad una frequenza di campionamento di 210Hz, non ci sono problemi.

### Formato .mp3

La registrazione di un file audio richiede più o meno memoria nella memoria di massa del PC. Poiché studiando il suono si è capito che non tutte le frequenze sono utili al fine di ottenere una traccia di buona qualità, negli anni si sono sviluppati dei codificatori che permettono di ridurre drasticamente le dimensioni del file. Questo formato ha avuto nel tempo più layer che ne hanno migliorato la codifica. E' il formato più utilizzato ad oggi.

### Formato .aup

È il formato ufficiale di Audacity. Le tracce saranno salvate così per poter essere analizzate con più semplicità.

## 2. Metodo Proposto / Riferimenti Bibliografici

### La registrazione

Per effettuare la registrazione si possono percorrere due strade: quella effettuata con un registratore audio dotato di microfono e quella tramite cavo. La qualità migliore si può ottenere con la seconda, nella quale il basso sarà collegato tramite un cavo aux all'ingresso del microfono del pc. Sarà necessario essere in possesso di un cavo aux con entrambe le estremità di 3,5 mm e di un adattatore da femmina di 3,5 mm a maschio di 6,35 mm. I millimetri si riferiscono al diametro.

Per ascoltare meglio l'esecuzione al basso, si collegheranno delle cuffie all'ingresso degli altoparlanti del pc.

### Registrazione della Scala Maggiore in tonalità di C e in tonalità di G

L'esperimento inizia con la registrazione di una scala maggiore in tonalità di C e in tonalità di G. Entrambe le tracce, tramite Audacity, saranno trasformate.

In particolare, si otterranno 4 file: due tracce audio della scala di C2 maggiore e di G1 maggiore; altre due, sempre di C2 maggiore e G1 maggiore, solo che saranno derivate da quelle originali. C2 trasformato si otterrà da G1 originale. G1 trasformato si otterrà da C2 originale.

### Bibliografia

[Accordo: Come funziona un pickup](#)

[Pick Up Chitarra Elettrica | Funzionamento | Suono Elettronico](#)

[Suono - Wikipedia](#)

[MP3 - Wikipedia](#)



### 3. Risultati Ottenuti

#### Dalla tonalità di G1 alla tonalità di G1 trasformato

Si nota che nella registrazione originale il volume è più alto, ascoltando la traccia audio in tonalità di G ma che proviene dalla tonalità di C, si nota un'intensità più bassa. Poiché proviene dal C2, quindi ad una frequenza più alta rispetto al G1, si ha un'attenuazione dell'intensità.

#### Differenza tra C2 originale e C2 trasformato

In questo caso ci si ritrova con la registrazione originale "più cupa" e in quella "trasformata" si percepisce un'intensità maggiore. In questo caso, dato che proviene dal G1, aumentando la frequenza ne aumenta l'intensità.

#### Conclusione

Sapendo che suono si vuole ottenere, è possibile registrare tracce audio nella tonalità che si preferisce. Tuttavia, per ottenere un suono di qualità non conviene effettuare un cambio di tonalità troppo distante.