

INFORMATICA MUSICALE

Docente

Renato Caruso

Musica delle sfere

I pitagorici pensavano che la stessa aritmetica dei rapporti tra piccoli numeri interi governasse l'intero universo ed in particolare il moto dei pianeti.

La musica delle sfere indicava appunto il suono inaudibile prodotto dal moto dei pianeti ed ha attratto curiosità ed interesse fino al XVII secolo (Keplero, Fludd, Mersenne, Kircher) per poi sparire del tutto dall'astronomia moderna.

Alcuni esempi:

Per Mercurio il rapporto tra i periodi di rotazione e di rivoluzione attorno al Sole è 3:2 (quinta)

Per la Luna il rapporto tra i periodi di rotazione e di rivoluzione attorno alla Terra è 1:1 (unisono)

Le lune galileiane Ganimede, Europa e Io hanno una risonanza orbitale 1:2:4 attorno a Giove (ottave)

Introduzione

DIFFERENZA TRA LA MUSICA OCCIDENTALE E NON OCCIDENTALE

- La musica occidentale fa un grande uso dell'armonia, per questo noi abbiamo creato strumenti che possono produrre note contemporaneamente
- Abbiamo anche strumenti monofonici ma da usare in orchestra
- I rapporti tra le frequenze delle note devono essere i più semplici possibili perché l'armonia funzioni, e ciò significa che il numero di note è limitato
- Le melodie della musica trad non occidentale possono spiazze molto più liberatamente in altezza, e ciò significa che l'armonia di accompagnamento deve essere molto più semplice per evitare di produrre discordanza sgradevoli.
- In occidente le note di accompagnamento possono compiere molti zigzag attorno alla melodia perché il numero di note coinvolte è limitato e tutti i musicisti usano lo stesso gruppo di note
- La musica non occidentale ha optato per la libertà melodica, possono andare su e giù finché vogliono ma non possono far tutto per armonicamente sono limitati e le note non ci stanno
- Noi ci limitiamo a sette note per scala, gli indiani, dividono l'ottava in 22 gradini!

Introduzione

Il sistema odierno, cioè TE, temperamento equabile, è il frutto di un compromesso:

Quello che vogliamo è un metodo per dividere un'ottava in 12 intervalli, ma che consenta anche di collegare le frequenze di tutte le note con tutte le altre note attraverso rapporti semplici frazionari come 1 e $\frac{3}{4}$ o 1 e $\frac{1}{2}$. Disporre di un metodo di questo genere sarebbe fantastico, perché tutti quei rapporti semplici tra le frequenze ci fornirebbero un sacco di buone armonie.

Questa è l'idea che sta alla base del sistema delle scale naturali!!!

Il sistema naturale risulta efficace solo se si utilizzano strumenti che non hanno note fisse, come violini, violoncelli, tromboni, e cosa fondamentale, la voce umana. Con questi strumenti, dei buoni musicisti sono in grado di modulare l'altezza delle note durante l'esecuzione di un brano in modo che le combinazioni mantengano sempre relazioni semplici e amabili. Tuttavia il sistema si può usare solo se tutti gli strumenti coinvolti consentono di modulare le note. Ma quando si usa uno strumento come il flauto, pianoforte, chitarra, note fisse è necessario abbandonare il s naturale. La ragione è che, se metà dei musicisti modulano l'altezza delle note mentre l'altra metà non può farlo, i due gruppi saranno discordanti.

Introduzione

Il risultato finale di tutto questo è che i cori e i quartetti d'archi (due violini, una viola e un violoncello) tendono a usare il sistema naturale quando non sono accompagnati da strumenti “a note fisse”.

Gli strumenti a note fisse necessitano di un sistema di scale diverso, un sistema che transiga sulla purezza delle armonie ma permetta di mantenere le note fisse. Questo compromesso è il sistema del TE, e ci vollero secoli per elaborarlo.

Uno dei primi fu Pitagora che tentava di ottenere:

- 1) Vogliamo dividere l'ottava in intervalli più piccoli
- 2) Vogliamo un sistema che ci dia note che suonino piacevoli all'orecchio quando le si suona insieme per formare accordi
- 3) Vogliamo un sistema che ci consenta di partire da qualsiasi nota e, ammesso che eseguiamo la stessa sequenza di intervalli, di ottenere una melodia (e degli accordi) che suoneranno piacevoli all'orecchio; l'unica differenza sarà l'altezza maggiore o minore delle singole note.

Capì che l'ottava è il doppio della frequenza e se si dimezzava la lunghezza della corda si raddoppiava la frequenza, da qui fece i suoi calcoli...

Introduzione

Il sistema odierno, cioè TE, temperamento equabile, è il frutto di un compromesso:

Quello che vogliamo è un metodo per dividere un'ottava in 12 intervalli, ma che consenta anche di collegare le frequenze di tutte le note con tutte le altre note attraverso rapporti semplici frazionari come 1 e $\frac{3}{4}$ o 1 e $\frac{1}{2}$. Disporre di un metodo di questo genere sarebbe fantastico, perché tutti quei rapporti semplici tra le frequenze ci fornirebbero un sacco di buone armonie.

Questa è l'idea che sta alla base del sistema delle scale naturali!!!

Il sistema naturale risulta efficace solo se si utilizzano strumenti che non hanno note fisse, come violini, violoncelli, tromboni, e cosa fondamentale, la voce umana. Con questi strumenti, dei buoni musicisti sono in grado di modulare l'altezza delle note durante l'esecuzione di un brano in modo che le combinazioni mantengano sempre relazioni semplici e amabili. Tuttavia il sistema si può usare solo se tutti gli strumenti coinvolti consentono di modulare le note. Ma quando si usa uno strumento come il flauto, pianoforte, chitarra, note fisse è necessario abbandonare il s naturale. La ragione è che, se metà dei musicisti modulano l'altezza delle note mentre l'altra metà non può farlo, i due gruppi saranno discordanti.

Introduzione

Alla fine il cerchio non si chiude, se si parte da una nota, con il sistema di Pitagora, per arrivare alla stessa nota, i calcoli non coincidono. In più le note che venivano fuori non erano piacevoli all'orecchio quando erano eseguite.

Vi erano troppi problemi nella scala pitagorica.

Venne in uso il sistema MESOTONICO, Questo temperamento, la cui ideazione è attribuita al veneziano Pietro Aaron nel 1523, si basa su un principio simile a quello pitagorico, cioè ottenere i vari gradi della scala attraverso cicli di quinte; tuttavia, nei temperamenti del tono medio gli intervalli di quinta vengono "corretti", dimodoché altri intervalli, come le terze maggiori, si trovino alla loro intonazione naturale.

La forma più comune di questo temperamento (ma esistono anche altri temperamenti mesotonici) si fonda sul rapporto di 5:4 fra le frequenze di note a distanza di terza maggiore; questa versione è nota come temperamento del quarto di comma, in quanto le quinte sono abbassate di un quarto di comma sintonico. In questo sistema vi erano dei suoni che i musicisti evitavano a causa del suono orribile. Come ad esempio la combinazione LAb e Mib. Il temperamento mesotonico, tuttavia, non permette a sua volta di chiudere esattamente il ciclo delle quinte e pertanto produce nella scala un intervallo molto crescente ("quinta del lupo").

Introduzione

Nel 1558 il teorico musicale Gioseffo Zarlino propose una radicale riforma della costruzione della scala musicale, allo scopo di includere i rapporti $4/5$ e $5/6$ (terza maggiore e minore) come intervalli fondamentali accanto ad ottava, quinta e quarta. Nella scala di Zarlino (o scala naturale) compaiono due diversi intervalli di tono, il tono maggiore ($8/9$) e il tono minore ($9/10$).

Nei vari sistemi proposti gli intervalli nell'ottava non avevano tutti le stesse dimensioni.

Alla fine si arriva al TE, già VINCENZO GALILEI diede una risposta nel 1581 come anche il cinese ZHU ZAIYU ma li presero per pazzi!

L'idea da tener presente è questa:

- 1) Una nota che si trovi un'ottava sopra un'altra deve avere un freq doppia rispetto alla nota più grave
- 2) L'ottava deve essere divisa in 12 gradini
- 3) Tutti e 12 gradini devono essere uguali

Introduzione

I matematici realizzarono una scala composta da intervalli perfettamente giusti che ci permettono di iniziare una canzone da qualsiasi nota.

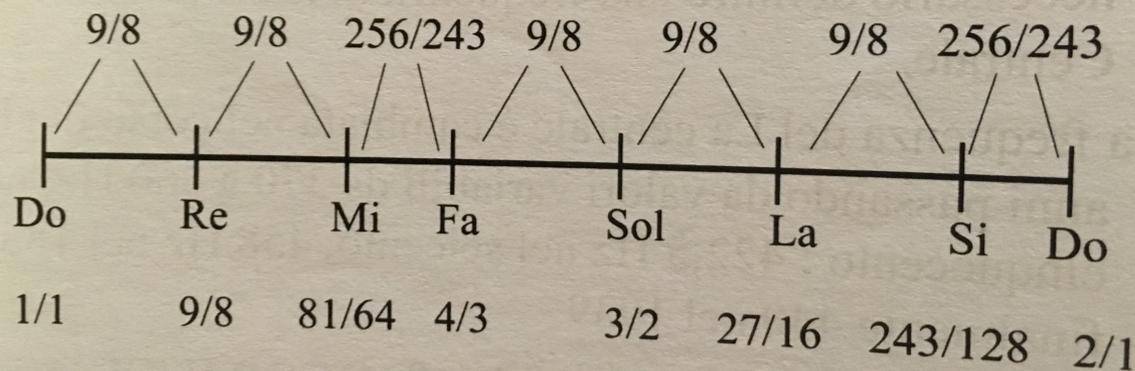
Lo svantaggio del TE che l'ottava è l'unico intervallo a rimanere il doppio ma gli altri tipo la quinta si è dovuta leggermente modificare, non più $3/2$; TUTTI GLI ALTRI RAPPORTI sono aumentati e diminuiti ma l'orecchio oramai non si accorge più di questo.

Tuttavia dodici semitoni sono troppi per essere memorizzati e poterli usare e quindi esistono le scale maggiori e minori in cui si adoperano soltanto 7 note alla volta. In questo modo, riducendo il numero di note a 7, vi è più facile memorizzare un brano.

--- Tutto quello detto no ad ora nella pratica musicale significava avere un'ottava divisa in 31 parti o 16, non come la conosciamo ora in 12 parti uguali. Il concetto di suonare un brano in un'altra tonalità non era così scontato come ora. Esistevano brani per quella tonalità e non potevano essere trasportati e né si potevano trasportare perché cambiava il suono. Ecco che nel prossimo paragrafo Bach sistema le cose su un'idea di Andreas Werckmeister. ---

Scala Pitagorica

Scala diatonica Pitagorica



Scala diatonica Pitagorica

Ha un solo valore per il tono, ma due valori per il semitono.

A causa del fatto che il ciclo delle quinte non arriva all'ottava, vi sono note che non hanno lo stesso valore (ad esempio re# e mib)

Inoltre l'intervallo di terza maggiore è dissonante e anche quello di sesta maggiore.

Scala diatonica Naturale o Zarlinaiana

Scala diatonica Naturale o Zarlinaiana

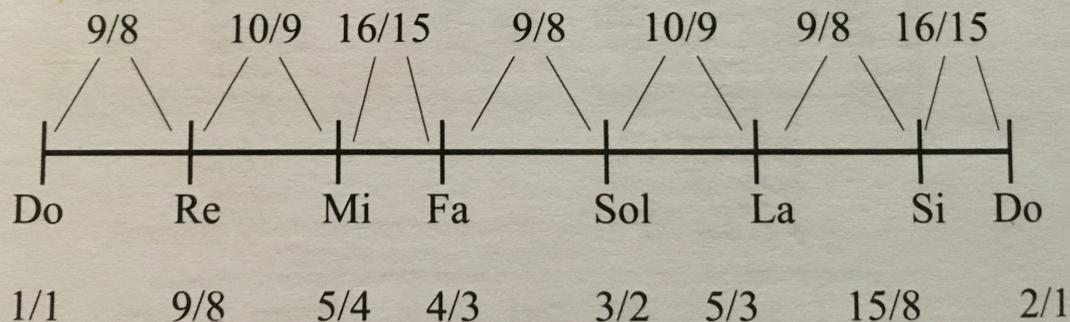
500

Introdotta da Zarlino alla fine del 500 è la scala di giusta intonazione, che comprende tutte le consonanze naturali.

E' il fondamento dell'armonia in quanto gli accordi di triade maggiore e minore sono del tutto consonanti.

Rispetto alla scala pitagorica vengono introdotti gli intervalli di terza maggiore ($5/4$) e terza minore ($6/5$) consonanti.

Scala diatonica Naturale



Scala diatonica Naturale o Zarliniana

Scala Naturale

La scala naturale è perfetta per l'armonia, tuttavia vi sono alcune problematiche :

Sono presenti quinte e quarte non perfette

Quarta eccedente e quinta diminuita sono molto consonanti

Non è permessa la modulazione, se non aggiungendo altre note, il che è impossibile per gli strumenti ad accordatura fissa

<http://www.phy.mtu.edu/~suits/scales.html>

<http://www.pyxidium.u-net.com/Acoustics/MusicMaths/MusicMaths.html>

Scala temperata

Scala temperata

Calculation for Equal-Tempered tuning [A3 = 440Hz]

Hertz		Octave=0	Octave=1	Octave=2	Octave=3	Octave=4	Octave=5
0	A	55.000	110.000	220.000	440.000	880.000	1,760.000
1	A#/Bb	58.270	116.541	233.082	466.164	932.328	1,864.655
2	B	61.735	123.471	246.942	493.883	987.767	1,975.533
3	C	65.406	130.813	261.626	523.251	1,046.502	2,093.005
4	C#/Db	69.296	138.591	277.183	554.365	1,108.731	2,217.461
5	D	73.416	146.832	293.665	587.330	1,174.659	2,349.318
6	D#/Eb	77.782	155.563	311.127	622.254	1,244.508	2,489.016
7	E	82.407	164.814	329.628	659.255	1,318.510	2,637.020
8	F	87.307	174.614	349.228	698.456	1,396.913	2,793.826
9	F#/Gb	92.499	184.997	369.994	739.989	1,479.978	2,959.955
10	G	97.999	195.998	391.995	783.991	1,567.982	3,135.963
11	G#/Ab	103.826	207.652	415.305	830.609	1,661.219	3,322.438
12	A	110.000	220.000	440.000	880.000	1,760.000	3,520.000

Riassumendo

- 1) Percezione uditiva: il nostro orecchio fa moltiplicazioni e divisioni fra i suoni. In pratica la “distanza” o meglio intervallo è percepito come rapporto fra frequenze. Per semplificarne lo studio si utilizza una scala logaritmica: il cent.

Principali intervalli: il rapporto perfetto, è così inteso

Tono maggiore	$9/8$	204 cents
Tono minore	$10/9$	182 cents
Terza minore	$6/5$	316 cents
Terza maggiore	$5/4$	386 cents
Quarta giusta	$4/3$	498 cents
Quinta giusta	$3/2$	702 cents
Sesta minore	$8/5$	814 cents
Sesta maggiore	$5/3$	884 cents

Riassumendo

Commi:

- 1) - ditonico o greco o pitagorico, si ottiene da una serie di 12 quinte successive, eccede l'ottava di 24 cent;
- 2) - sintonico è la differenza fra tono grande e tono piccolo (vedi Zarlino), ma è anche la differenza fra la terza maggiore pitagorica ($81/64$, 408 cent, dissonante) con la terza maggiore pura ($5/4$, 386 cent) ed è di 22 cent;
- 3) - enarmonico, questo comma si ottiene per sovrapposizione di terze maggiori pure, in pratica partendo da DO avrò il MI poi il SOL# e da ultimo il SI#, essa nota sarà più bassa del DO dell'ottava superiore. Calcolando in cent avremo $386 + 386 + 386 = 1158$, sapendo che l'ottava è 1200 cent, ovvero 42 cent; esso differisce di quasi $1/4$ di tono. Non utilizzato nella pratica comune d'accordatura.

Cent: la 1200ma parte dell'ottava ovvero la centesima parte del semitono temperato. Utile per facilitare i calcoli.

Accordature/Temperamenti

Suddivisione e ripartizione del comma (pitagorico o sintonico) in diversi modi, secondo le esigenze stilistiche, storiche e musicali del brano. Indispensabile negli strumenti ad accordatura fissa (strumenti da tasto).

Scala in Cents

I Cents

L'ottava è la partizione più semplice, e gli intervalli maggiori dell'ottava possono essere ricondotti a questa riportando l'intervallo all'interno dell'ottava (dividendo per due il suono più acuto).

L'unità di misura dei cents è stata introdotta da Alexander Ellis nel 1885 e consiste nella divisione dell'ottava (2) in 1200 particelle proporzionali (cioè con lo stesso rapporto).

L'intervallo di cent $c = 1,000577789 = \sqrt[1200]{2}$

se $n =$ numero di cents di un intervallo r

$$n = \log r 3986,31371 \quad ; \quad c^n = r \quad ; \quad r = 2^{(n/1200)}$$