



INFORMATICA MUSICALE

UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CATANIA
DIPARTIMENTO DI MATEMATICA E INFORMATICA
LAUREA TRIENNALE IN INFORMATICA
A.A. 2020/21
Prof. Filippo L. M. Milotta

ID PROGETTO: 09

TITOLO PROGETTO: *Il pedale, un protagonista silenzioso*



AUTORE 1: Messina Leonardo

AUTORE 2: Micieli Vincenzo

AUTORE 3: Nicotra Clelia Agata



INDICE

INDICE	2
1. Obiettivi del progetto	3
1.1 Introduzione.....	3
1.2 Pianoforte acustico	4
1.3 Il pedale tonale	5
1.4 Il pedale sordina	5
1.5 Intervalli armonici	6
1.6 Il pedale ad una corda.....	7
1.7 Il timbro.....	8
1.8 Il pedale di risonanza.....	9
2. Riferimenti Bibliografici	11
3. Argomenti Teorici Trattati	12
3.1 Principio di sovrapposizione delle onde ed il battimento.....	12
3.2 Toni, semitoni e scale musicali.....	13
3.3 Involuppo di un suono.....	17

1. Obiettivi del progetto

1.1 Introduzione

Il **pianoforte** è probabilmente lo strumento musicale più famoso in assoluto, forse per la facilità con cui lo si può approcciare, chi infatti nella propria vita, vedendo un pianoforte a casa di un amico, non ha premuto qualche tasto, magari riuscendo a riprodurre una melodia che aveva in testa? O forse per il fatto che avendo la più ampia estensione di toni fra tutti gli strumenti e potendo suonare l'accompagnamento e la melodia allo stesso tempo sia possibile creare, ipoteticamente, un arrangiamento di qualsiasi pezzo esistente; o forse è così famoso semplicemente per il suo magnifico suono.

In ogni caso, ogni qual volta si pensi ad un pianoforte, ciò che viene subito alla mente è la sua tastiera con i 52 tasti bianchi e i 36 neri ma raramente si pensa ai suoi **pedali**, che tuttavia costituiscono degli elementi importantissimi e per questo sono dei protagonisti che potremmo definire “silenziosi”. ^[1]

I pianoforti, infatti, che siano essi a coda o verticali, dispongono di alcuni meccanismi fondamentali azionabili per mezzo di pedali. Essi svolgono funzioni molto diverse tra loro e l'obiettivo di questo progetto è spiegarne l'uso ed il funzionamento, col supporto poi di alcuni video per chiarire la trattazione teorica. Inizialmente però, forniremo una breve panoramica sul funzionamento di base di un pianoforte acustico.



1.2 Pianoforte acustico

Le principali componenti di un pianoforte sono: la cassa o mobile, la tavola armonica, la piastra, il somiere, le corde, la tastiera, la meccanica e la pedaliera.

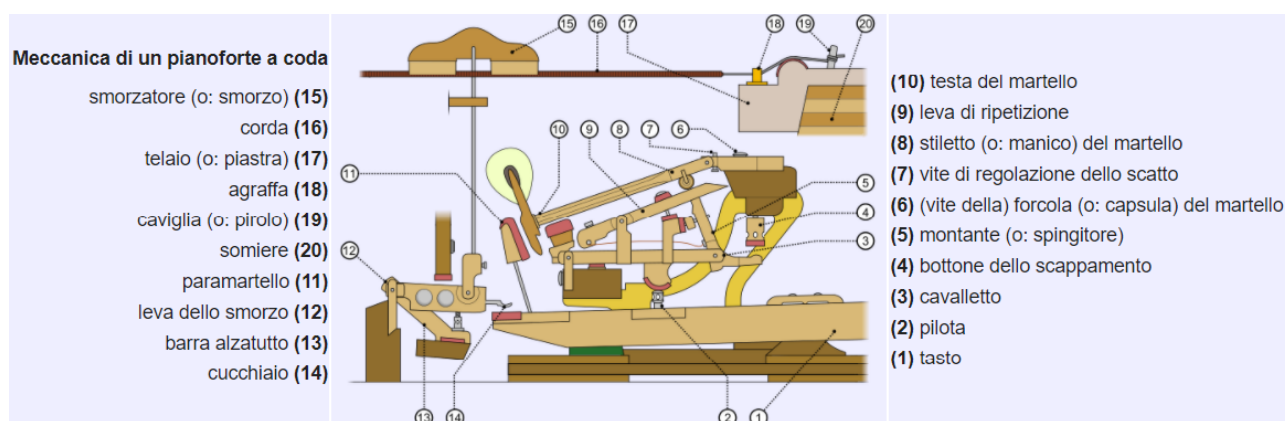
La **cassa** è la parte esterna e si distingue in due modelli: verticale e a coda.

La **tavola armonica** è la parte più importante dello strumento. Essa è convessa verso la parte interna dello strumento, questa curvatura viene chiamata “carica” dello strumento ed è importantissima al fine della qualità sonora dello strumento.

La **piastra** ha la funzione di trattenere le corde all'interno del pianoforte.

Nel **somiere** si trovano le caviglie, ossia dei cilindri su cui viene avvolta una corda.

La **tastiera** è composta da 88 tasti, corrispondenti a un'estensione di sette ottave ed una terza minore e disposti nella classica successione che intervalla gruppi di due e tre tasti neri. Questa successione permette di suonare le 12 note: i tasti bianchi rappresentano le note: do, re, mi, fa, sol, la e si mentre i tasti neri individuano le loro alterazioni (note bemolli o diesis).



Per quanto riguarda la **meccanica**, essa è la parte più complessa dello strumento.

Alla pressione dei tasti si azionano i **martelletti**, che battono su un gruppo di due o tre **corde** accordate all'unisono, o su una singola corda più spessa (in genere rivestita di rame per appesantirla) per i suoni più gravi. Tale percussione delle corde le fa vibrare permettendogli di generare un suono. Quando viene rilasciato il tasto, lo **smorzatore** torna a bloccare le corde, e il martello ad appoggiarsi sul suo supporto.

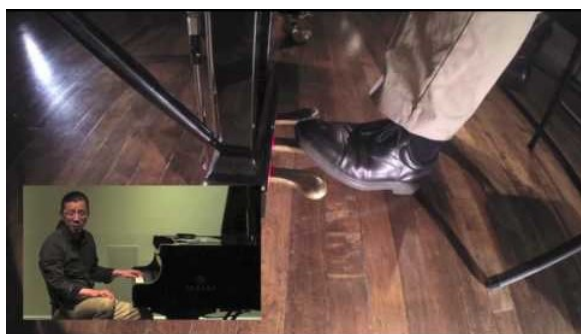
La **pedaliera** infine è costituita da 3 o 4 pedali ed è stata l'ultima aggiunta al pianoforte. Basti pensare che il compositore J.S. Bach non ha mai potuto utilizzare questa tecnologia visto che suonava il predecessore del pianoforte, ossia il clavicembalo, infatti la famosa *Aria sulla Quarta Corda* è stata composta senza una notazione di pedale. [2], [3]

1.3 Il pedale tonale

Iniziamo la nostra analisi dei pedali con il **pedale tonale**, o *middle pedal* (pedale di mezzo), presente nei pianoforti a coda (e ultimamente anche in alcuni modelli di pianoforti verticali e digitali), che ha la funzione di prolungare la durata di una o più note per più battute.

Per usare correttamente questo pedale, si deve suonare la nota o le note interessate e subito dopo abbassarlo. Il funzionamento è il seguente: il pedale tonale tiene sollevati gli smorzatori in modo tale che le corde continuino a vibrare fino a quando il pedale non è rilasciato mentre tutti gli altri tasti funzionano regolarmente.

Questo pedale ha trovato largo uso a partire dalla seconda metà dell'Ottocento (Debussy, Satie, Ravel, Brahms, ecc.), ossia da quando il pianoforte aveva conosciuto un enorme successo e pertanto si pensò bene di aggiungere un nuovo artificio che avrebbe permesso di ampliarne le possibilità artistiche^[4]



Cliccando l'immagine a sinistra o il collegamento sotto si aprirà un video.

Al minuto 1:45 si può vedere una dimostrazione dell'uso del pedale tonale.

<https://www.youtube.com/embed/3muuvWBI5C4?feature=oembed>

1.4 Il pedale sordina

La **sordina** (o raramente anche sordino), in musica, è un dispositivo meccanico che, applicato ad uno strumento musicale, ne modifica il suono, attutendolo e modificandone il **timbro**.

Nel pianoforte la sordina è un accessorio da studio e quindi solitamente non si trova nei pianoforti a coda (sostituito dal pedale tonale), ma è generalmente presente nei pianoforti verticali.

Quando si preme tale pedale si attiva un meccanismo che ha la funzione di interporre tra i martelletti e le corde un feltro. ^[5]



Nell'immagine accanto si può osservare un feltro bianco che si interpone tra i martelletti e le corde.

1.5 Intervalli armonici

Per capire ciò che accade fisicamente con l'uso del pedale tonale e del pedale di risonanza, è utile introdurre il principio di sovrapposizione delle onde, prima però vediamo quando delle onde sovrapposte tra loro possano essere definite “ascoltabili”. A tale scopo introduciamo diverse definizioni.

La **scala diatonica** è la successione di otto suoni: i primi 7 corrispondono alle 7 note, mentre l'ottavo suono è la ripetizione della prima nota però più acuta o più grave. Questa è solo una delle tante possibili scale, ed ognuna è caratterizzata da una diversa successione di toni e semitoni.

È definito **grado** di una scala diatonica il ruolo che una singola nota assume nella stessa e a seconda della posizione che occupa quest'ultima nella scala, esso assume un nome particolare che ne qualifica la funzione in rapporto alla scala stessa:

- 1° grado chiamato *Tonica*: è la nota iniziale della scala, alla quale dà il nome
- 2° grado chiamato *Sopratonica*
- 3° grado chiamato *Mediante*, *Caratteristica* o *Modale*: determina il carattere della scala, ossia se è maggiore o minore
- 4° grado chiamato *Sottodominante*
- 5° grado chiamato *Dominante*: questo nome deriva dalla sua posizione al centro della scala, in virtù della quale domina sugli altri gradi
- 6° grado chiamato *Sopradominante*
- 7° grado chiamato *Sensibile*: chiamata così perché è la nota più sensibile di tutta la scala per la sua spiccata tendenza a risolvere sulla tonica
- 8° grado chiamato *Tonica*: identica al 1° grado ma all'ottava superiore

Definiamo **intervallo** la distanza tra due suoni. L'intervallo è **melodico** quando le note che lo compongono sono eseguite in successione, viceversa è **armonico** quando le note che lo compongono sono eseguite simultaneamente (ad esempio negli accordi musicali).

Ipotizziamo adesso di suonare delle note in successione (intervalli melodici) tenendo schiacciato il pedale di risonanza o il pedale tonale affinché le diverse onde sonore generate dalle note vengano sovrapposte tra loro. Se non conosciamo certe regole specifiche c'è il rischio di generare un suono complessivo sgradevole all'udito. Discorso analogo lo possiamo fare per gli intervalli armonici in quanto possiamo generare accordi non proprio gradevoli. In generale definiamo:

- Intervalli **consonanti** quegli intervalli che nell'esecuzione musicale producono all'orecchio una sensazione gradevole e riposante. Prendendo come esempio una scala diatonica essi sono: l'unisono (la stessa nota suonata due volte), la terza (la tonica e la medianta), la quarta (la

tonica e la sottodominante), la quinta (la tonica e la dominante), la sesta (la tonica e la sopradominante) e l'ottava (la tonica e la tonica dell'ottava superiore).

- Intervalli **dissonanti** quegli intervalli che generano una sensazione sgradevole e che sentono la necessità di essere seguiti da un intervallo consonante nell'eventualità in cui essi vengano richiesti da una partitura. Prendendo in riferimento sempre una scala diatonica essi sono: la seconda (la tonica e la sopratonica), la settima (la tonica e la sensibile) e tutti gli intervalli eccedenti e diminuiti (cioè due note separate da una distanza di semitono, sia a salire che a scendere). ^[6]

Cliccando l'immagine a sinistra o il collegamento sotto si può ascoltare la Gymnopédie No.1 di Erik Satie dove alterna suoni consonanti e suoni dissonanti.

<https://www.youtube.com/watch?v=S-Xm7s9eGxU>



1.6 Il pedale ad una corda

Il terzo pedale che esaminiamo è il **pedale ad una corda** o pedale del piano, che si trova sia nei pianoforti verticali che nei pianoforti a coda.

Questo è stato inventato nel 1722 da Bartolomeo Cristofori, uno dei più famosi costruttori di clavicembali del suo tempo, nonché l'inventore del fortepiano, successore del clavicembalo e precursore del pianoforte. ^[7]

Il meccanismo è il seguente: viene spostata la martelliera lateralmente, con l'effetto di percuotere il minor numero di corde: negli acuti, vengono percosse due corde al posto di tre, nei centrali una al posto di due, e nei gravi una parte di corda anziché tutta; si noti che anche la tastiera viene spostata contestualmente alla martelliera. È dunque chiamato pedale una corda proprio perché esclude una corda. Tuttavia, oltre a modificare il volume del tono, il pedale ad una corda ne modifica anche il **timbro**.

Nei pianoforti verticali il meccanismo è invece differente: viene infatti avvicinata la martelliera alle corde, riducendo la corsa dei martelletti e ottenendo di conseguenza una minor intensità del suono. Risulta dunque evidente che questo funzionamento è ben diverso da quello che si ha nel pianoforte a coda, per questo motivo è più accurato indicare questo pedale, presente nei pianoforti verticali, come *half-blow pedal*. [8], [9]



In questo video è possibile osservare il meccanismo interno del pianoforte quando si preme il pedale ad una corda, si noti anche come la tastiera si sposti leggermente al suo utilizzo.

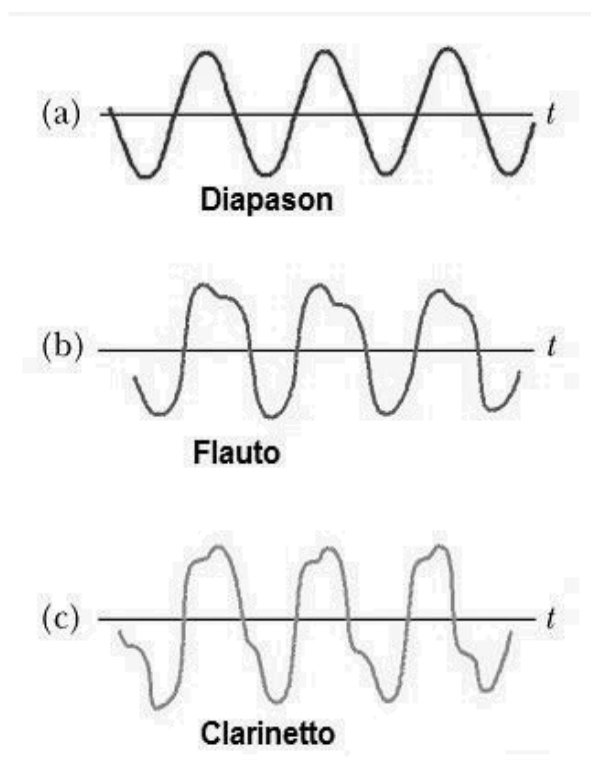
[https://www.you-
tube.com/watch?v=A1I6wMIK6Ds&fea-](https://www.youtube.com/watch?v=A1I6wMIK6Ds&fea-)

1.7 Il timbro

Abbiamo detto che il pedale ad una corda modifica anche il timbro del suono, ma cos'è esattamente il timbro?

Il **timbro**, caratterizzato dallo spettro del suono, è l'insieme di proprietà che determinano la distinzione tra due suoni anche a parità di ampiezza e frequenza.

Al di là della definizione teorica, il concetto di timbro è molto intuitivo, chiunque infatti senta la stessa nota suonata con un pianoforte o tenuta da un cantante lirico, noterà subito che si tratta di due strumenti distinti; il timbro permette dunque di essere usato per identificare il tipo della sorgente sonora. [10], [11]



Quando produciamo una nota, per esempio un La a 440 Hz sulle corde di una chitarra, non stiamo generando una semplice sinusoide (come nei toni puri), ma una forma d'onda complessa data dalla somma di tante (in teoria infinite) sinusoidi. Si osservi per esempio l'immagine accanto, la quale mette a confronto la stessa nota prodotta da diversi strumenti.

Si noti che il periodo, e dunque la frequenza, delle diverse onde rimangono gli stessi, ma la forma d'onda cambia; rimane dunque inalterata la frequenza fondamentale del segnale acustico, che è la sua frequenza base, e corrisponde a ciò che il nostro orecchio percepisce come altezza della nota.

La stessa nota suonata su strumenti diversi mantiene la stessa frequenza fondamentale (dunque la stessa altezza), ma cambia forma.

1.8 Il pedale di risonanza

Il **pedale di risonanza**, del forte oppure di destra (in inglese *sustain pedal* o *damper pedal*), è il pedale in assoluto più usato ed è stata forse l'aggiunta più importante al pianoforte, che contribuì ad alimentarne il successo ma soprattutto conferì allo strumento “un'anima”, citando il celebre pianista russo Anton Rubinstein, che così si pronunciò al riguardo: «Sono convinto che il pedale sia l'anima del pianoforte».

L'uso di questo pedale permette al pianoforte di “respirare”, di trasmettere emozioni in maniera totalmente diversa da quanto avveniva prima della sua introduzione, e, per far capire la sua importanza, nel seguito ascolteremo delle parti di alcuni celebri pezzi eseguite con il pedale prima e senza il pedale poi; ma prima analizziamone il funzionamento. ^[12]



Il pedale di risonanza solleva gli smorzatori dalle corde affinché esse continuino a vibrare e a risuonare dopo che ogni tasto è stato premuto, creando un **suono ricco**, denso, permettendo alle varie note di compenetrarsi e fondersi a vicenda per dare vita per qualche secondo ad un suono in cui, seppure ancora distinguibili le singole note, esse partecipano individualmente alla generazione di un'armonia complessiva che risulta essere ben più delle singole parti.

La seconda funzione del pedale del forte è dare l'**effetto legato**, infatti, qualora non fosse possibile tenere premuti i tasti con le dita, il pianista può avvalersi del pedale per far sì che il suono risulti continuo, senza stacchi e non disconnesso, ove la partitura lo richieda.

Osserviamo inoltre che il pianoforte, senza l'uso del pedale di risonanza (o del pedale tonale), mancherebbe della fase “*sustain*” dell'**ADSR** di un suono.

È importante sottolineare che, in generale, il pedale di risonanza va utilizzato ad ogni **cambio di armonia**, intendendo per cambio di armonia il passaggio da un basso ad un alto o da un accordo all'altro. Questa regola generale però non basta per utilizzare efficacemente il pedale, il suo impiego è infatti tradizionalmente lasciato principalmente all'istinto ed alla sensibilità personale dell'interprete, d'altronde, se non ci fosse libertà espressiva nella musica, dove altro potrebbe esserci?

Il significato del nome di tale pedale è probabilmente ormai chiaro, ma per completezza è opportuno esplicitarlo: esso sfrutta il fenomeno della risonanza, dovuto alla vibrazione libera delle corde, infatti abbassando il pedale tutte le corde sono libere dagli smorzatori e le armoniche si mescolano formando un suono ricco di sfumature. [4], [9], [13]



In questo video vengono eseguite parti di alcuni famosi brani prima con l'uso del pedale di risonanza e poi senza, a chiarimento di quanto detto precedentemente.

<https://www.youtube.com/watch?v=eUmhtvr-k6Q>

2. Riferimenti Bibliografici

- [1] «Piano Trivia and Fun Facts», *Piano Emporium*, ott. 17, 2018. <https://www.pianoemporium.com/piano-trivia-and-fun-facts/> (consultato dic. 07, 2020).
- [2] «Il pianoforte». <http://www.lsoft.it/musica/pianoforte.htm> (consultato dic. 07, 2020).
- [3] «Pianoforte», *Wikipedia*. nov. 29, 2020, Consultato: dic. 07, 2020. [In linea]. Available at: <https://it.wikipedia.org/w/index.php?title=Pianoforte&oldid=116981420>.
- [4] P. ssa C. Antonietta, «Pedali e loro funzione - Didattica Pianistica ed Educazione al Suono». <http://didatticapianistica.eu/i-pedali.html> (consultato dic. 06, 2020).
- [5] «La funzione dei tre pedali del pianoforte», *Belisma*, ago. 22, 2012. <http://www.belisma.it/la-funzione-dei-tre-pedali-del-pianoforte-2.html> (consultato dic. 06, 2020).
- [6] «Teoria Musicale - Casa Musicale EDIZIONI CARRARA» (consultato dic. 06, 2020).
- [7] «CRISTOFORI, Bartolomeo in “Dizionario Biografico”». [https://www.treccani.it/enciclopedia/bartolomeo-cristofori_\(Dizionario-Biografico\)](https://www.treccani.it/enciclopedia/bartolomeo-cristofori_(Dizionario-Biografico)) (consultato dic. 06, 2020).
- [8] C. Salerno, «I pedali del pianoforte - Cosa sono e come si usano», *PianoSolo - Il portale sul pianoforte*, set. 28, 2009. <https://www.pianosolo.it/l-uso-dei-pedali/> (consultato dic. 07, 2020).
- [9] «Piano Pedals - All you need to know». <https://www.europeanosnaples.com/piano-pedals/> (consultato dic. 07, 2020).
- [10] L. Milotta, «Slides di Acustica parte 5». .
- [11] «Introduzione al linguaggio musicale - il linguaggio». <http://www3.unisi.it/ricerca/prog/musica/linguaggio/timbro.htm> (consultato dic. 07, 2020).
- [12] tonebase, «Pedal: The Soul Of The Piano - Tips from Chopin, Czerny & More», pag. 13.
- [13] «Pedale del pianoforte», *Note tra le righe*, gen. 21, 2020. <https://www.notetralerighe.it/lezioni-di-piano/pedale-del-pianoforte> (consultato dic. 07, 2020).
- [14] L. Milotta, «Slides di Acustica parte 1».
- [15] L. Milotta, «Slides di Acustica parte 6».

3. Argomenti Teorici Trattati

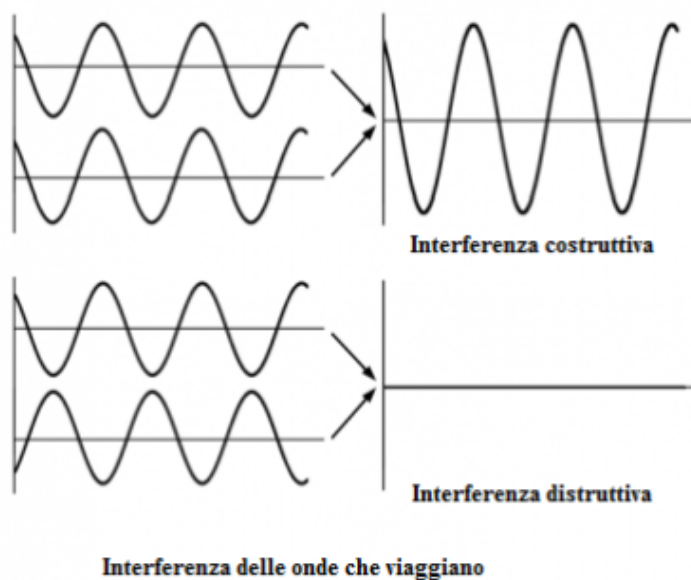
3.1 Principio di sovrapposizione delle onde ed il battimento

Nella teoria musicale e particolarmente in acustica il **battimento** è la frequenza risultante dalla sovrapposizione di grandezze periodiche, generalmente oscillazioni sinusoidali di diversa e vicina frequenza. I battimenti sono caratteristica di uno strumento a corda perché a seconda delle imperfezioni fisiche delle corde e dell'accordatura dello strumento, rendono quest'ultimo unico. Infatti, notiamo che due pianoforti non hanno mai lo stesso suono, anche quando sono dello stesso modello.

Il fenomeno dei battimenti si basa sulle proprietà del **principio di sovrapposizione**, che si può così enunciare:

«Se due o più onde della stessa natura (es. onde elettromagnetiche, onde sonore) che si propagano nello stesso mezzo si sovrappongono in un certo punto dello spazio, allora la perturbazione generata è pari alla somma algebrica delle oscillazioni di ciascuna onda presa singolarmente.»

Qualunque sia il numero di sorgenti sonore presenti, al nostro orecchio giunge una sola onda sonora, risultato eventualmente della somma delle onde sonore prodotte dalle varie sorgenti. ^[14]



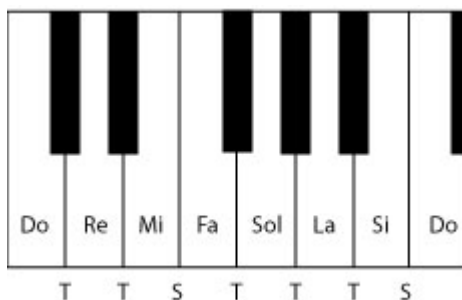
Nell'immagine a sinistra sono presentati due esempi di sovrapposizione di onde. Notiamo che la somma di due onde può dare origine anche ad una interferenza distruttiva, ossia, nel caso delle onde sonore, due suoni che si annullano tra loro.

3.2 Toni, semitoni e scale musicali

Trattando gli intervalli abbiamo parlato dei toni e dei semitoni, adesso approfondiremo il concetto, fornendo alcuni esempi e definizioni.

Il **tono** è l'intervallo più grande fra due gradi vicini (o congiunti). Il **semitono** è l'intervallo più piccolo fra due gradi congiunti.

Un tono è formato da due semitoni, conseguentemente è possibile suddividere l'intervallo di un tono in due intervalli di un semitono ciascuno. Questa suddivisione si ottiene per mezzo dei **segni di alterazione** chiamati anche “accidenti musicali”.



DO – RE	due semitoni (= un tono)
RE - MI	due semitoni (= un tono)
MI - FA	un semitono
FA - SOL	due semitoni (= un tono)
SOL – LA	due semitoni (= un tono)
LA - SI	due semitoni (= un tono)
SI - DO	un semitono

La scala di Do Maggiore è spesso usata per facilitare la comprensione dei concetti di tono e semitono per chi inizia a studiare uno strumento musicale in quanto non presenta alterazioni, infatti essa è costituita dalle note naturali Do, Re, Mi, Fa, Sol, La, Si; e fa anche notare, facendo uso della tastiera di un pianoforte, la presenza di due semitoni fissi: uno tra il Mi e il Fa (3° e 4° grado) ed uno tra il Si e il Do (7° e 8° grado), mentre tra le restanti note la distanza è di un tono.

Le alterazioni sono segni grafici che, posti davanti ad una nota, servono a modificare verso l'alto o verso il basso l'intonazione della stessa. Sono sei e vengono chiamate: **diesis**, **bemolle**, **bequadro** (alterazioni semplici), **doppio diesis**, **doppio bemolle**, **doppio bequadro** (alterazioni doppie).

ALTERAZIONE	GRAFIA	EFFETTO
diesis	#	alza la nota di un semitono
bemolle	b	abbassa la nota di un semitono
bequadro	♮	annulla l'alterazione
doppio diesis	𝄌	alza la nota di un tono
doppio bemolle	𝄍	abbassa la nota di un tono
doppio bequadro	𝄎	annulla la doppia alterazione

La **scala diatonica** è formata dalla successione di toni e semitoni e precisamente da 5 toni e 2 semitoni. I semitoni diatonici si trovano tra il 3° e il 4° grado e fra il 7° e l'8° grado; i toni fra gli altri gradi, cioè 1°-2°, 2°-3°, 4°-5°, 5°-6°, 6°-7°. La successione di toni e semitoni è cioè la seguente: tono, tono, semitono, tono, tono, tono e semitono.

Le scale *maggiori* si costruiscono seguendo la successione di toni e semitoni della scala diatonica.

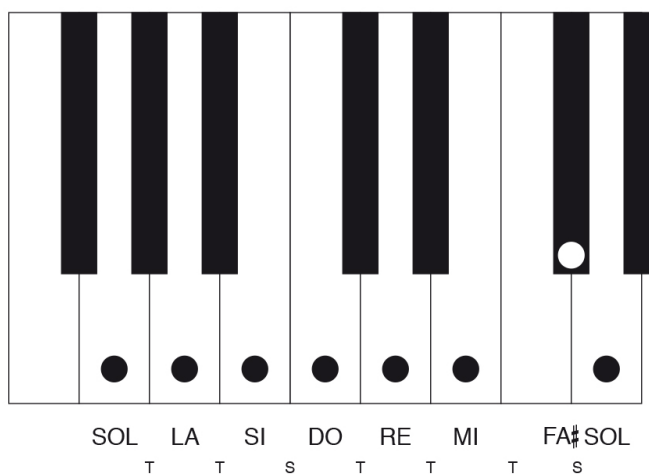
Per fare alcuni esempi, proviamo a costruire la scala di *Sol maggiore*. Iniziamo con lo scrivere il nome delle note che compongono la scala, in ordine:

Sol La Si Do Re Mi Fa Sol

Se dovessimo però prendere le note così come scritte, notiamo che non viene seguito correttamente l'ordine di toni e semitoni che viene imposto dalla scala diatonica:

Sol La Si Do Re Mi Fa Sol
T T S T T S T

Osserviamo delle incongruenze tra il Mi e il Fa e tra il Fa e il Sol in quanto gli intervalli di queste note devono essere rispettivamente di un tono e di un semitono e non viceversa. Per correggere tali errori dobbiamo ricorrere alle alterazioni. Procediamo con ordine: il Mi e il Fa devono distare di un tono, applichiamo quindi il # alla nota Fa affinché questa venga alzata di un semitono, ottenendo il Fa#. Inserendo questa alterazione abbiamo automaticamente corretto anche la distanza tra il Fa ed il Sol, in quanto, facendo aumentare di un semitono la distanza tra il Mi ed il Fa, il Fa tramutato in Fa# si pone ad una distanza di un semitono dal Sol.



Per consolidare meglio le idee, proviamo a costruire anche la scala di *Si Maggiore*.

Si Do Re Mi Fa Sol La Si
S T T S T T T

Osserviamo la presenza di diverse discrepanze rispetto a quanto imposto dalla scala diatonica, iniziamo con il correggere il primo intervallo Si-Do. Sappiamo che tale distanza deve essere di un tono, e non di un semitono, e quindi innalziamo il Do di un semitono usando il #. Così facendo però ci ritroveremo in questa situazione:

SI DO# RE MI FA SOL LA SI
T S T S T T T

A questo punto, affinché l'intervallo Do#-Re sia di un tono dobbiamo innalzare il Re di un semitono e quindi, anch'esso diventa #. Notiamo anche che, facendo questa correzione, viene ristabilito l'ordine nell'intervallo successivo visto che Re#-Mi è effettivamente un intervallo di semitono.

SI	DO#	RE#	MI	FA	SOL	LA	SI
T		T	S	S	T	T	T

Iterando questo ragionamento otteniamo che la distanza tra il Mi e il Fa deve risultare di un tono e quindi innalziamo il Fa facendolo diventare Fa#. Questo cambiamento comporta il dovere modificare anche il Sol in Sol# in quanto la distanza Fa#-Sol è di un semitono quando invece viene richiesto un tono.

SI	DO#	RE#	MI	FA#	SOL#	LA	SI
T		T	S	T	T	S	T

Infine, per correggere gli ultimi due errori basta far diventare il La un La#. Così facendo ottengo la successione richiesta dalla scala diatonica.

SI	DO#	RE#	MI	FA#	SOL#	LA#	SI
T		T	S	T	T	T	S

Il procedimento che si attua per costruire una scala maggiore è in realtà più immediato: a partire dalla nota da cui prende il nome la scala si selezionano le note, naturali o alterate, in base alla successione di toni e di semitoni della scala diatonica.

Ad ogni scala maggiore corrisponde la relativa *scala minore naturale*, che si ottiene partendo dal **6° grado della scala maggiore** seguendo la successione tono, semitono, tono, tono, semitono, tono, tono. Si noterà che la scala minore corrispondente alla scala maggiore conterrà le stesse alterazioni.

						6° Grado	
Do maggiore	Do	Re	Mi	Fa	Sol	La	Si
La minore							
Sol maggiore	Sol	La	Si	Do	Re	Mi	Fa#
Mi minore							
Re maggiore	Re	Mi	Fa#	Sol	La	Si	Do#
Si minore							
La maggiore	La	Si	Do#	Re	Mi	Fa#	Sol#
Fa# minore							
Mi maggiore	Mi	Fa#	Sol#	La	Si	Do#	Re#
Do# minore							
Si maggiore	Si	Do#	Re#	Mi	Fa#	Sol#	La#
Sol# minore							
Fa maggiore	Fa	Sol	La	Sib	Do	Re	Mi
Re minore							
Sib maggiore	Sib	Do	Re	Mib	Fa	Sol	La
Sol minore							
Mib maggiore	Mib	Fa	Sol	Lab	Sib	Do	Re
Do minore							
Lab maggiore	Lab	Sib	Do	Reb	Mib	Fa	Sol
Fa minore							
Reb maggiore	Reb	Mib	Fa	Solb	Lab	Sib	Do
Sib minore							
Solb maggiore	Solb	Lab	Sib	Si	Reb	Mib	Fa
Mib minore							

Ciò significa, ad esempio, che la scala del *Si minore* per soddisfare la corretta successione di toni e semitoni richiesta dalla scala minore dovrà avere le stesse alterazioni del *Re maggiore*, ossia il Fa# ed il Do#. Infatti:

RE	MI	FA#	SOL	LA	SI	DO#	RE	Scala di Re maggiore
T	T	S	T	T	T	S		
SI	DO#	RE	MI	FA#	SOL	LA	SI	Scala di Si minore
T	S	T	T	S	T	T		

Osservando l'illustrazione di cui sopra, adesso dovrebbe risultare intuitivo che i singoli tasti (che corrispondono alle note) di una tastiera possono avere anche tre nomi diversi pur producendo sempre lo stesso suono (solo il Sol diesis ne ha due, cioè Sol diesis e La bemolle perché si trova al centro del tritono Fa-Si, intervallo di difficile intonazione e per questo denominato dagli antichi “diabolus in musica”).

Questi suoni che risultano da note di nome diverso ma di uguale intonazione si chiamano suoni **omofoni**. Il passaggio di una nota ad un suo stato omofono, cioè che cambia il nome della nota ma il suono rimane invariato, si chiama **enarmonia**.

	Dó#	Re#		Fa#	Sol#	La#		
	Reb	Mib		Solb	Lab	Sib		
	Si x	Fabb		Mi x	—	Dobb		
Do	Re	MI	Fa	Sol	La	Si	Do	
Si#	Do x	Re x	Mi#	Fa x	Sol x	La x	Si#	
Rebb	Mibb	Fabb	Solbb	Lab	Sib	Dobb	Rebb	

Si può quindi notare che ci sono un totale di 12 semitoni in un'ottava. La riproduzione in successione di ogni semitono fa nascere la **scala cromatica, occidentale o temperata**.

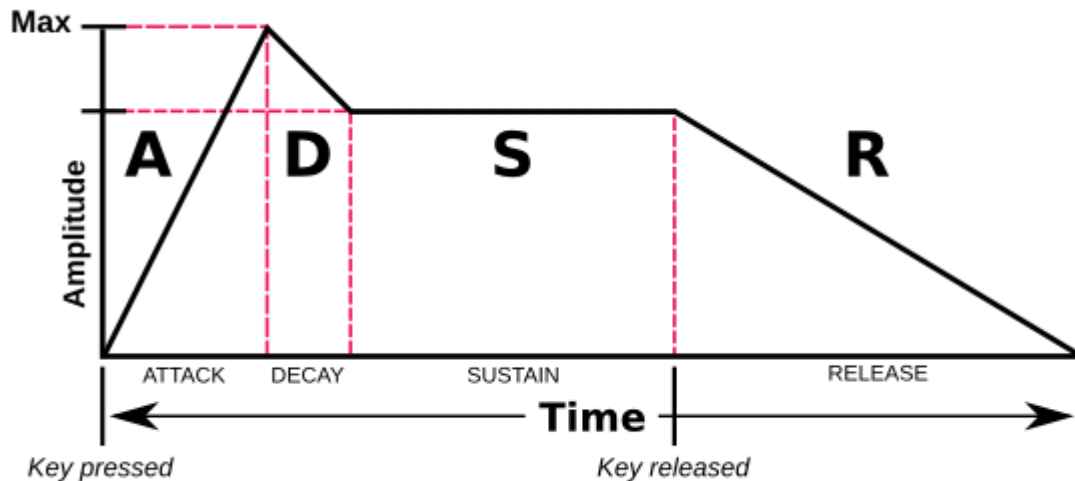


Esistono ulteriori scale, ognuna caratterizzata da una diversa successione di toni e semitoni. Alcuni esempi sono: la scala esatonale di Claude Debussy (formata da 6 toni), la scala minore armonica, la scala minore melodica, la scala minore mista, la scala minore di Johann Sebastian Bach, la scala minore napoletana, la scala di Barry Harris (usata molto nel campo della musica jazz), la scala pentatonica (da cui deriva il nome del gruppo musicale Pentatonix), ecc.

3.3 Inviluppo di un suono

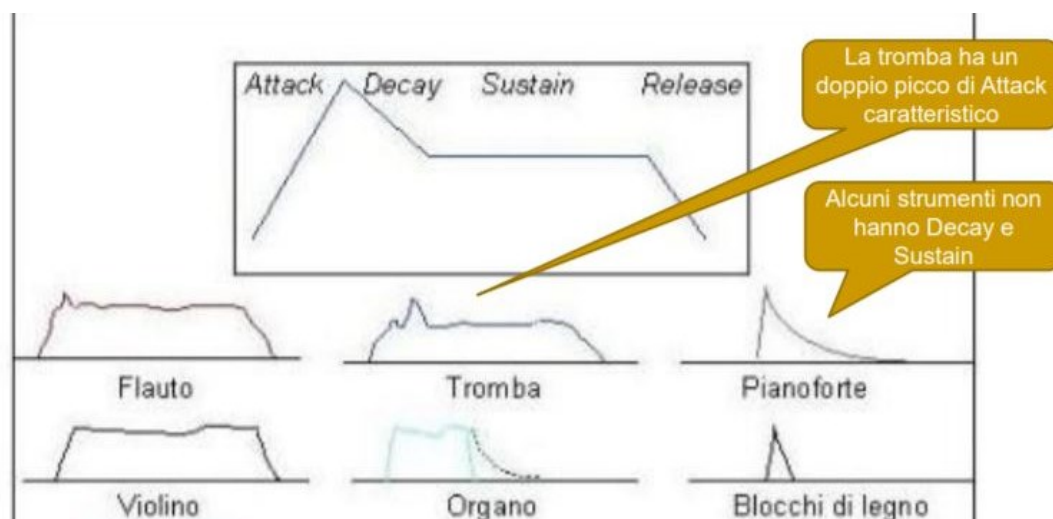
Definiamo **inviluppo** l'andamento dell'ampiezza o volume di un suono dall'istante in cui esso viene generato al momento in cui si estingue.

Esistono vari tipi di inviluppo. Uno dei più famosi e che caratterizza le note suonate dagli strumenti musicali è l'**ADSR**.



- **Attack:** è la prima fase, e rappresenta l'intervallo di tempo che il suono impiega a passare da ampiezza nulla ad ampiezza massima;
- **Decay:** rappresenta il tempo che il suono impiega a passare dal volume massimo raggiunto durante la fase di attack al volume di sustain;
- **Sustain:** in questa fase l'ampiezza rimane pressoché costante;
- **Release:** nell'ultima fase l'ampiezza diminuisce fino ad arrivare a zero.

Nel pianoforte la fase di sustain risulta essere di durata nulla a meno che non si utilizzi il pedale di risonanza o il pedale tonale. ^[15]



*«La musica esprime ciò che non
può essere espresso a parole e ciò
che non può rimanere in silenzio.»*

Victor Hugo

