



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

ID PROGETTO: 1D

TITOLO PROGETTO: FL Studio

AUTORE 1: Filadelfo Aurora

AUTORE 2: Gabriel Garufi

**INDICE**

**1.Obiettivi del progetto**

- Cenni sulle funzionalità del programma
- Applicazione filtri
- Manipolazione dell'involuppo
- Oscillatori
- Reeverb e Delay
- Parametric EQ

**2. Riferimenti Bibliografici**

**3.Argomenti Teorici Trattati**

- Involuppo
- Filtri: passa-basso, passa-alto, passa-banda ed elimina-banda
- Equalizzatori parametrici
- Forme d'onda
- Riverberi ed echi

## 1. Obiettivi del progetto

### Cenni sulle funzionalità del programma

FL Studio (Fruity Loops) è uno dei software più completi nell'ambiente della produzione musicale e anche una Digital Audio Workstation (DAW). Dopo più di 20 anni di sviluppo innovativo ha tutto quello che serve per comporre, arrangiare, registrare, editare, mixare e masterizzare musicare ad alta qualità.

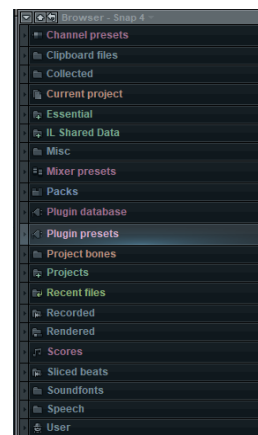
Infatti FL Studio permette di caricare strumenti e campioni (riproducendoli o editandoli) inserire manualmente i dati della nota, registrare suoni esterni (ad esempio tramite un microfono o una tastiera MIDI) e riprodurre l'intero mix attraverso il mixer. Il progetto completo può essere salvato in formato .flp e/o esportato in formato .wav o .mp3.

L'interfaccia di FL Studio si compone di un insieme di finestre trascinabili e ridimensionabili.

Le principali finestre sono **Channel Rack**, **Piano roll**, **Mixer** e **Playlist**.

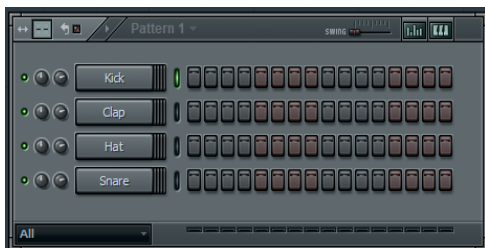
### Menu, Tool e Browser

Nella parte superiore del programma possiamo trovare Menu Bar e Toolbar, che permettono l'accesso rapido a molti comandi e opzioni. Invece, lateralmente troviamo una sidebar, denominata **Browser**, che fornisce l'accesso a progetti, campioni, librerie preimpostate e plug-in VST. In particolare, in tale sezione sono presenti i database del progetto corrente, cioè la cartella contenente le informazioni e i dati associati al progetto attualmente caricato, e il database dei plugin.



### Channel Rack

Il **Channel Rack** è uno strumento essenziale. È uno step sequencer, ossia uno strumento nel quale le note sono "arrotondate" in intervalli di tempo uguali e possono essere ordinate in maniera precisa dagli utenti.

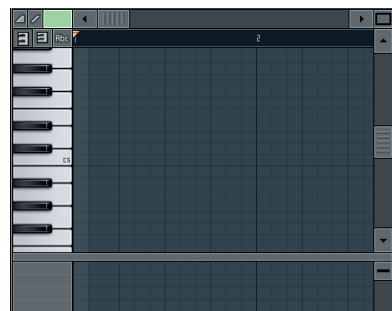


Ciascun canale del **channel rack** presenta una serie di quadratini raggruppati in gruppetti da quattro, formando una battuta. Se si preferisce, è possibile modificare tale visualizzazione, passando a quella a barre del **Piano Roll**. I suoni utilizzati, che possiamo estrarre dalla **sidebar**, sono i samples e i plugins, a ciascuno dei quali possiamo assegnare un determinato canale del mixer. Tramite il

**channel rack** è possibile silenziare i singoli canali o sentirne uno in particolare, modificarne il panning e il volume.

## Piano Roll

Il **Piano Roll** consiste nella visualizzazione grafica e nel mezzo di editing delle note. Tale strumento permette, inoltre, la modifica manuale di tono, lunghezza e velocità delle note. L'intonazione delle note viene visualizzata sull'asse verticale e il tempo sull'asse orizzontale. Nella parte bassa possiamo invece modificare l'entità del volume di ogni singola nota piazzata nel nostro piano.



## Playlist

La finestra **Playlist** è la finestra principale dell'intero programma poiché serve a sequenziare e riprodurre ogni file audio e file midi con i rispettivi effetti e automazioni, fino ad un massimo di 100 layer, così da poter creare il progetto finale. Nel sequencer, le clip possono essere inserite più volte e possono persino essere sovrapposte. FL Studio riprodurrà tutto il complesso di "Clip Tracks" raggiunte ogni volta dalla testina.



## Mixer



Tutto l'audio in FL Studio passa attraverso il **Mixer**. Tutti i canali nel **channel rack** vengono automaticamente inseriti nel **Mixer**. Il **Mixer**, composto da tre zone per le tracce (sinistra, centrale e destra), ci permette di controllare i canali, volumi e plugin di effetti. Si possono usare effetti forniti già dal produttore del programma oppure da terze parti, VTS, oppure si possono "campionare" file audio in formato .wav. Tramite il **Mixer** possiamo anche modificare l'input (tastiera midi, chitarra, microfoni).

## Applicazione filtri

Uno dei principi cardine di una produzione di alta qualità è l'utilizzo dei filtri.

Esistono molti plug-in che ci permettono di ottenere, tramite manipolazione di parametri, diversi filtri ed effetti da poter applicare a singole clip o all'intera traccia. Noi prenderemo in esame uno dei più semplici che ci viene fornito di base da FL Studio: Fruity Filter.



- Il **Cutoff frequency** imposta la frequenza di taglio;
- Il **Low Pass** quantifica di frequenze “basse” riprodotte in output;
- L' **High Pass** quantifica di frequenze “alte” riprodotte in output;
- Il **Band Pass** è ampiezza della banda di frequenze che vengono riprodotte in output;
- La risonanza (**Resonance**) amplifica le frequenze nell'intorno della frequenza di taglio;
- Il **X2** è un flag che abilita il sovracampionamento.

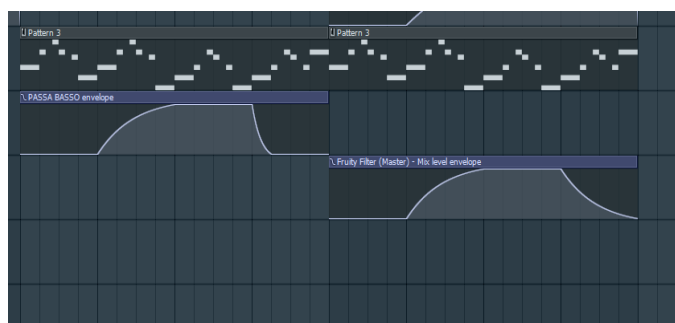
Tramite varie combinazioni di questi “knobs” possiamo ottenere i nostri filtri desiderati:

Per avere un **filtro passa-basso** impostiamo la Cutoff freq ad un valore sufficientemente basso, il Low pass al massimo e l'High pass al minimo. In questo modo cancelleremo quasi tutte o tutte le frequenze alte della traccia facendo risaltare solo quelle basse.

Viceversa per ottenere un **filtro passa-alto** impostiamo la Cutoff freq ad un valore abbastanza alto, il Low pass al minimo e l'High pass al massimo.

Per un **filtro passa-banda** regoliamo la Cutoff freq circa al 50% e tramite il Band pass impostiamo un valore che rappresenterà l'estremo inferiore e superiore delle frequenze che verranno riprodotte, cioè l'ampiezza del range nell'intorno impostato dalla Cutoff freq.

Le combinazioni per la creazione di filtri, già tramite questo plug-in semplicissimo, sono pressoché infinite.



Inoltre possiamo aggiungere nella nostra **Playlist** una clip di automazione per manipolare in funzione del tempo i filtri creati. Per esempio possiamo vedere nell'immagine l'automazione di un filtro **passa-basso** nella prima ottava e **passa-alto** nella seconda ottava che vengono attivati seguendo la funzione creata manualmente.

## Manipolazione dell'involuppo

Nella maggior parte degli strumenti presenti su FL studio, per la creazione di suoni o per il campionamento di essi, è sempre presente una sezione per la **manipolazione dell'involuppo**.

Noi vedremo la manipolazione dell'oscillatore x3 Osc di cui vedremo alcuni particolari in seguito.



Utilizzando le varie manopole possiamo regolare manualmente la durata delle fasi.

- **Delay** - Il Delay può essere utilizzato per aggiungere spazio fra l'inizio della nota e l'attacco.
- **Attack (ATT)** - Controlla la lunghezza dell'attacco.
- **Hold** – Tiene l'attacco al suo livello massimo per un'intervallo prima dell'inizio del decay.
- **Decay (DEC)** - Controlla la lunghezza dell'involuppo.
- **Sustain (SUS)** - Determina il livello di sostegno.
- **Release (REL)** - Controlla la lunghezza del release.

Cliccando su "Time" potremo modificare la durata di ogni singola fase mentre cliccando su TNS(Tension) possiamo modificare la curva di ogni singola fase per renderla più concava o convessa.

## Oscillatori

La **manipolazione dell'involuppo** diventa estremamente importante quando dobbiamo creare un suono tramite oscillatore e renderlo unico.

Un **oscillatore** è uno strumento che ripete una forma d'onda con una frequenza fondamentale ed un'ampiezza del picco. A parte la frequenza o il tono dell'oscillatore e la sua ampiezza, una delle caratteristiche più importanti è la forma della sua forma d'onda.

In uno degli oscillatori che abbiamo preso in considerazione (3x Osc) abbiamo tre oscillatori che lavorano contemporaneamente (ognuno con forme d'onda semplici) così da poter creare forme d'onda complesse e quindi suoni più ricercati.



Per ogni oscillatore possiamo scegliere la forma d'onda fra sine, triangle, square, sawtooth, smooth square, noise e addirittura caricare una wave form dal nostro computer. Inoltre per ogni oscillatore possiamo modulare il volume, il panning (PAN) che lateralizza il suono da sinistra a destra in un sistema stereo, coarse (CRS) che permette il tuning nel range di +- 24 semitoni

e infine il "fine" che viene utilizzato sempre per il tuning man in un range di +- 1 semitono.

In oscillatori più completi come quelli presenti in Massive abbiamo una scelta vastissima di forme d'onda come possiamo vedere nell'immagine.



## Fruity Reeverb & Delay

### Reeverb

Per dare corpo al nostro suono due strumenti che possiamo utilizzare sono il Fruity Reeverb per aggiungere reverbero o il Fruity Delay per dare un effetto eco alla nostra traccia.

Il Fruity Reeverb simula gli spazi acustici. Se battiamo le mani in uno sgabuzzino o in sala teatrale i suoni saranno molto differenti. Infatti tramite il **size** potremo modulare la grandezza della stanza virtuale dove vogliamo creare il nostro riverbero.

Se si vuole dare aggiungere una sensazione di "live" nelle proprie produzioni e strumenti l'uso del reverbero è essenziale.



Nella versione Reeverb 2 possiamo vedere sulla sinistra una rappresentazione grafica della nostra virtual room. Abbiamo la possibilità di aggiustare le frequenze alte e basse grazie agli high cut e low cut, predelay, room size e diffusione per aggiustare la dimensione e le proprietà di riverbero e diffusione del suono della stanza. Tutta la parte destra

comprende filtri utili per modulare i bassi e gli input in generale.

## Delay

Tramite il Fruity delay possiamo invece creare “effetti d’eco” grazie alla possibilità di modulare l’offset stereo e anche il panning del segnale in input.

Il Fruity Delay 2 preso in considerazione è composto da 4 parti: **Input** dove possiamo modulare il panning ed il volume;

la sezione più importante **feedback** dove possiamo impostare il tipo di eco (normale, invertito, ping pong [suono che rimbalza da destra a sinistra in continuazione]), volume, che se impostato al massimo creerà un eco infinito, ed il

cutoff che taglierà via via gli echi rendendo l’effetto più realistico;

sezione **time** per settare la quantità di echi che vogliamo vengano riprodotti e lo Stereo Offset per impostare un eco più mono o più stereo; infine la sezione **dry** per decidere se avere un suono poco processato dall’effetto di delay o avere un suono “wet” quindi processato dall’effetto.



## Equalizzazione audio

L’equalizzazione audio è fondamentale nella creazione di una traccia, effettuata in fase di mixaggio può aiutare nella riduzione del rumore o nell’enfatizzazione di alcune frequenze. L’equalizzatore, generalmente, viene posto nella fase finale di elaborazione di un segnale audio, in modo tale che l’audio possa essere regolato sul segnale finale già processato.

In FL Studio, è possibile effettuare un’operazione di equalizzazione tramite un apposito strumento chiamato Fruity Parametric EQ 2. Si tratta di un equalizzatore parametrico a sette bande, molto utile nelle situazioni in cui risulta necessario equalizzare specifiche frequenze.



Prendiamo in considerazione il Parametric EQ 2. Sul lato destro della finestra, possiamo notare gli slider per modificare le diverse curve, in modo da esaltare o attenuare determinate frequenze. Poi, sempre nello stesso settore sono presenti dei pulsanti per la modifica della larghezza di banda e della frequenza delle bande di equalizzazione.

In più è possibile usare determinate diverse tipologie di filtri già predeterminati, come:

- Filtri passa-basso
- Filtri passa-banda
- Filtri passa-alto
- Filtri Notch: questa tipologia sono una sotto-tipologia dei filtri a campana. Infatti, questi filtri possiedono una campana molto stretta ed il gain al massimo valore negativo possibile. Perlopiù vengono utilizzati per trasformare determinate frequenze che risuonano.
- Low Shelving
- Peaking (o a campana)
- High Shelving



Se ad esempio abbiamo una frequenza bassa troppo eccessiva possiamo modularla nel seguente modo rendendola meno predominante ed in linea alle altre frequenze. Lo stesso procedimento può essere effettuato per ogni frequenza dello spettro.



## 2. Riferimenti Bibliografici



Tutte le immagini presenti nel progetto sono tratte dal programma da noi utilizzato che è FL Studio 9 Producer Edition XXL prodotto nel 2010 dalla Image-Line.

Wikipedia: [https://it.wikipedia.org/wiki/FL\\_Studio](https://it.wikipedia.org/wiki/FL_Studio)

Manuale FL Studio Online: [https://www.image-line.com/support/flstudio\\_online\\_manual/](https://www.image-line.com/support/flstudio_online_manual/)

Inviluppo: [https://www.image-line.com/support/flstudio\\_online\\_manual/html/chansettings\\_ins.htm](https://www.image-line.com/support/flstudio_online_manual/html/chansettings_ins.htm)

3x Osc: [https://www.image-line.com/support/flstudio\\_online\\_manual/html/plugins/3x%20OSC.htm](https://www.image-line.com/support/flstudio_online_manual/html/plugins/3x%20OSC.htm)

Sound Synthesis Theory/Oscillators and Wavetables:  
[https://en.wikibooks.org/wiki/Sound\\_Synthesis\\_Theory/Oscillators\\_and\\_Wavetables](https://en.wikibooks.org/wiki/Sound_Synthesis_Theory/Oscillators_and_Wavetables)

Fruity Reeverb: [https://www.image-line.com/support/flstudio\\_online\\_manual/html/plugins/Fruity%20Reeverb.htm](https://www.image-line.com/support/flstudio_online_manual/html/plugins/Fruity%20Reeverb.htm)

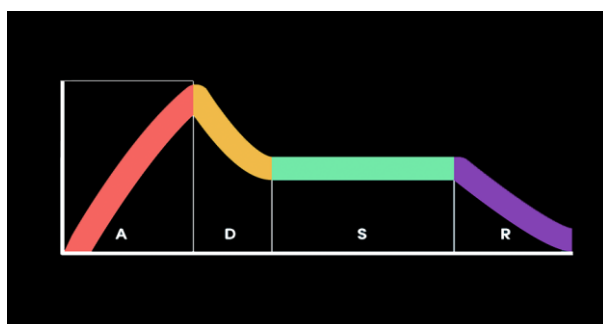
Fruity Delay: [https://www.image-line.com/support/flstudio\\_online\\_manual/html/plugins/Fruity%20Reeverb%202.htm](https://www.image-line.com/support/flstudio_online_manual/html/plugins/Fruity%20Reeverb%202.htm)

### 3. Argomenti teorici trattati

#### Inviluppo

Si definisce inviluppo il modo di evoluzione nel tempo di un suono rispetto alla sua ampiezza. Ciascun suono possiede una propria evoluzione dinamica, in cui transita da una condizione di riposo ad una di vibrazione costante ad una finale in cui esso si estingue. Considerata la forma d'onda di un suono generico l'insieme di tutti i picchi della parte positiva costituiscono l'inviluppo.

In generale si possono distinguere quattro fasi (ADSR), dette anche transitori, nell'inviluppo di un suono:



Attacco (attack): è il tempo in cui l'ampiezza varia da zero al suo valore massimo;  
Decadimento (decay): è il tempo in cui l'ampiezza diminuisce fino ad un certo livello, prima che si stabilizzi. Solitamente, è dovuto al fatto che il suono "scatta" solo dopo il superamento di una certa soglia di energia (ad esempio, una certa pressione del soffio). La conseguenza di tale scatto è un attacco

abbastanza rapido seguito da un breve decadimento;

Sostegno (sustain): è la fase in cui l'ampiezza si mantiene pressapoco costante, mentre l'esecutore continua a fornire energia. Si tratta dell'unica fase a non essere un tempo, ma un volume;

Estinzione (release): è il tempo in cui l'ampiezza diminuisce fino a zero. Tale fase ha inizio nel momento in cui l'esecutore cessa di fornire energia e definisce la rapidità con la quale il suono si estingue.

Gli inviluppi sono molto utili per il riconoscimento delle sorgenti sonore, specialmente degli strumenti musicali. È possibile, infatti, distinguere una due classi di strumenti caratterizzati da un andamento diverso.

gli strumenti a evoluzione libera, ossia quelli in cui, fornita un'energia iniziale, il musicista non può fare altro per influire sull'evoluzione dinamica del suono;

gli strumenti a evoluzione controllata, ossia quelli in cui il musicista deve continuare a fornire energia per mantenere il suono. Se l'energia non viene più fornita, il suono si estingue.

Conseguentemente, possiamo intuire che le quattro fasi dell'inviluppo verranno realizzate in modo differente dalle varie sorgenti sonore. Infatti, non tutti i suoni possiedono tutte le quattro fasi. Gli strumenti a evoluzione libera sono caratterizzati da un attacco istantaneo, l'assenza effettiva di una fase di sostegno e una graduale estinzione. Ne sono un esempio gli strumenti a percussione o quelli a corde pizzicate o percosse. Gli strumenti a evoluzione controllata sono caratterizzati da un attacco graduale e una fase di rilascio generalmente breve. Ne sono un esempio gli strumenti ad arco e a fiato o strumenti come l'organo.

## Filtri: passa-basso, passa-alto, passa-banda ed elimina-banda

Nel campo dell'elettronica, un filtro è un dispositivo di elaborazione che riceve un certo segnale in ingresso e produce come risultato un segnale trasformato, contenente solo un sottoinsieme delle frequenze originali. Il parametro principale sul quale si basa il funzionamento dei diversi filtri è la Cutoff Frequency (frequenza di taglio), una frequenza in funzione della quale si ottengono diversi risultati.

Alcuni esempi, tra le classi di filtri più comuni:

Filtri passa-basso: specificata una certa Cutoff Frequency ( $f_c$ ), il filtro trasmette la banda di frequenze appartenenti all'intervallo  $[0, f_c]$ . In altre parole, elimina tutte le frequenze al di sopra del valore della frequenza di taglio.

Filtri passa-alto: specificata una certa Cutoff Frequency ( $f_c$ ), il filtro trasmette la banda di frequenze appartenenti all'intervallo  $[f_c, F]$ , dove  $F$  rappresenta la frequenza più alta nello spettro delle frequenze del segnale originale. In altre parole, elimina tutte le frequenze al di sotto del valore della frequenza di taglio.

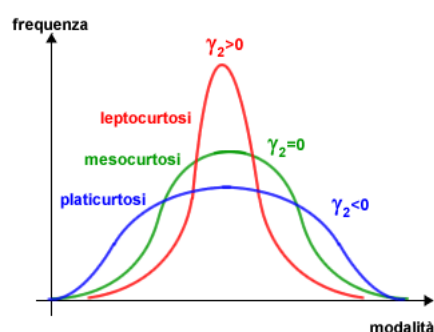
Filtri passa-banda: specificata una certa Cutoff Frequency ( $f_c$ ) e una seconda frequenza  $F$ , il filtro trasmetterà le frequenze dell'intervallo  $[F - f_c, f_c + F]$ , eliminando quelle esterne.

Filtri taglia elimina-banda: similmente ai filtri passa-banda ma con il funzionamento opposto, cioè elimina le frequenze dell'intervallo  $[F - f_c, f_c + F]$ , trasmettendo quelle esterne.

Queste sono le classi principali, ma ne esistono molte altre dato che lo scopo principale è la manipolazione di segnali, utilizzati in diversi campi tecnologici. Anche la musica rientra tra questi, in particolare la musica digitale, e tramite l'uso di FL Studio vedremo come implementarli e i risultati ottenuti.

## Equalizzatori parametrici

Un equalizzatore è uno strumento in grado di ridurre il rumore, enfatizzare alcune frequenze, applicare alcuni filtri, effettuare una correzione del timbro di ripresa di alcuni suoni in presa diretta e di creare suoni completamente nuovi. Esistono due tipi di equalizzatori: grafici e parametrici.



Gli equalizzatori parametrici sono i più variegati. Tra questi, abbiamo: passa-alto, che annulla le basse frequenze, e passa-basso, che annulla le alte frequenze, entrambi caratterizzati da due parametri: frequenza e pendenza. Secondariamente, vi sono equalizzatori parametrici di tipo low shelving, che enfatizza o attenua le basse frequenze, e high shelving, che enfatizza o attenua le alte frequenze. Questi equalizzatori operano solo tre parametri: frequenza, dB e pendenza.

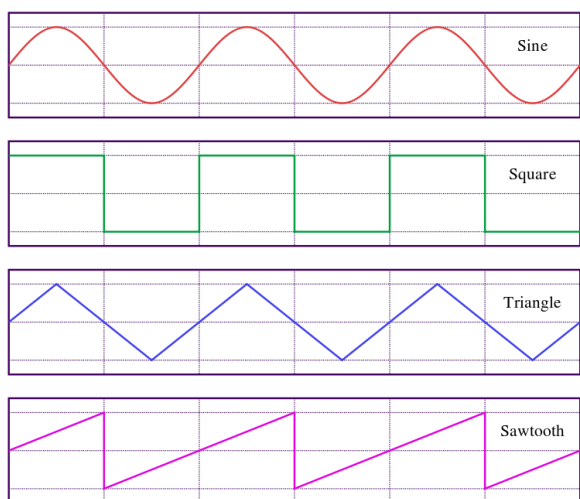
Infine, possiamo anche avere degli equalizzatori parametrici di tipo peaking o a campana e rappresenta un filtro di banda, ed ha solo 3 parametri: Q che è l'indice di curtosi, la frequenza e i dB. Un valore di Q molto alto con una punta molto pronunciata indica una curva leptocurtica, mentre un valore di Q molto basso indica una curva molto piatta detta anche platycurtica. Al variare di Q possiamo distinguere due sotto categorie:

Q costante, in questo caso Q resta costante al variare dei dB;

Q proporzionale, Q varia in maniera proporzionale all'aumento o alla diminuzione dei dB.

Generalmente i circuiti che compongono un equalizzatore sono abbastanza semplici, un esempio è il circuito RIAA, un circuito che viene usato per l'equalizzazione dei dischi in vinile, composto da una rete di resistori e condensatori, altri invece possono essere più complessi come quelli negli impianti Hi-Fi o quelli usati negli studi di registrazione.

### Forme d'onda



Per **forma d'onda** si intende il profilo generato, su un piano cartesiano, dalla misurazione di un segnale rispetto a due grandezze che lo caratterizzano. Nel campo dell'elaborazione audio vengono considerati i segnali elettrici. Per generare fisicamente una forma d'onda solitamente si fa ricorso ad un apposito generatore di forme d'onda, dove oltre a scegliere la "forma" (quadra, triangolare, sinusoidale, ...), si può scegliere la frequenza e la sua ampiezza.

I suoni composti da una singola onda sinusoidale si chiamano toni (o suoni) puri. Il loro spettro contiene una sola frequenza. Le

armoniche di un tono puro, sono i toni puri con frequenza multipla.

Grazie al teorema di Fourier possiamo creare tutte le altre forme d'onda.

Qualunque funzione periodica, sotto opportune condizioni matematiche, di periodo  $T_1$  o di frequenza fondamentale  $f_1 = \frac{1}{T_1}$ , può essere rappresentata mediante una somma di onde sinusoidali e/o cosinusoidali di opportuna ampiezza e di frequenza multipla della frequenza fondamentale.

L'onda triangolare e a dente di sega richiede infiniti termini per essere sintetizzata. Al livello digitale ciò è chiaramente impossibile, per cui di norma si usano solo i primi termini per approssimare l'onda originale.

## Eco e riverbero

In fisica e acustica l'eco è un fenomeno prodotto dalla riflessione di onde sonore contro un ostacolo che vengono a loro volta nuovamente percepite dall'emettitore più o meno immutate e con un certo ritardo rispetto al suono diretto. Tale ritardo non dev'essere inferiore ad  $1/10$  di secondo, poichè l'orecchio umano può distinguere due suoni simili solo se essi vengono percepiti almeno a distanza di  $0.1$  s; al di sotto di tale valore temporale non si può più parlare di eco, ma di riverbero. Durante il fenomeno della riflessione sonora, che si determina quando l'onda sonora incontra un ostacolo e torna indietro, si individuano 2 onde: l'onda incidente e l'onda riflessa. Si ha riverbero quando l'onda incidente si confonde nell'orecchio dell'ascoltatore con l'onda riflessa, mentre si ha eco quando le due onde risultano distinte alla percezione uditiva. Perché si formi l'eco è necessario che la distanza tra la sorgente sonora e l'ostacolo sia di almeno 17 metri. Questa misura è data da un calcolo che tiene conto del fatto che il suono si propaga nell'aria a  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$  a circa  $340\text{ m/s}$ . Come già spiegato per distinguere con chiarezza due suoni (avendo quindi un'eco) è necessario che essi distino tra loro almeno  $1/10$  di secondo. Tale intervallo di propagazione in aria corrisponde alla distanza di 34 metri, cioè 17 metri dalla fonte sonora all'ostacolo e 17 per il percorso inverso. Se la distanza è inferiore a 17 metri si ha il riverbero.

