



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: 09

TITOLO PROGETTO: FL Studio

AUTORE 1: Amelia Sorrenti

AUTORE 2: Amedeo Tolace

AUTORE 3: Daniele Valenti

Indice

1. Obiettivi del progetto	2
Panoramica delle funzionalità del programma	2
Manipolazione dell'involuppo	3
Applicazione di filtri	4
Equalizzazione audio	6
Riduzione del rumore	7
2. Riferimenti Bibliografici	9
3. Argomenti Teorici Trattati	10
Involuppo	10
Filtri: passa-basso, passa-alto, passa-banda ed elimina-banda	11
Equalizzatori grafici e parametrici	12
Rumore: bianco, rosa, marrone, blu, viola e grigio	12

1. Obiettivi del progetto

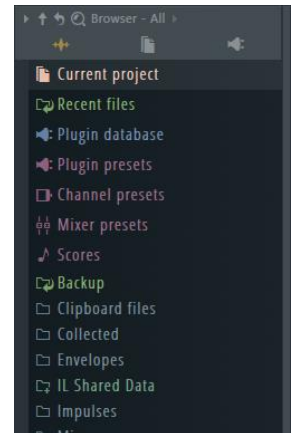
Panoramica delle funzionalità del programma

FL Studio, precedentemente chiamato *Fruityloops*, è una **digital audio workstation**, ossia un software progettato per la registrazione, l'editing e la riproduzione dell'audio digitale.

FL Studio permette di caricare strumenti e campioni, riprodurli dal vivo o 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, aggiungendovi anche degli effetti se necessario. 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, alle quali è possibile accedere tramite la shortcut toolbar. Le principali finestre sono *Channel Rack*, *Piano roll*, *Mixer* e *Playlist*.

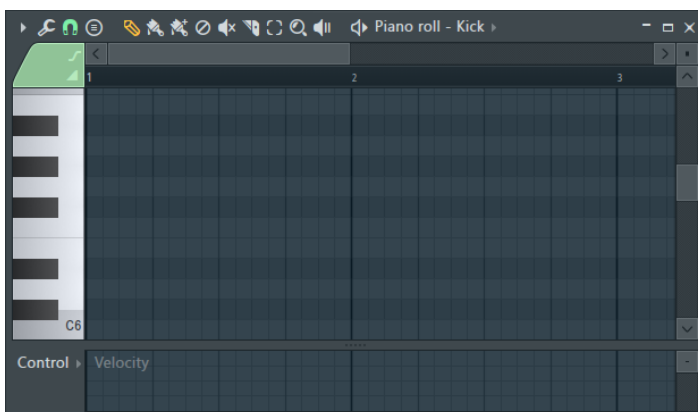
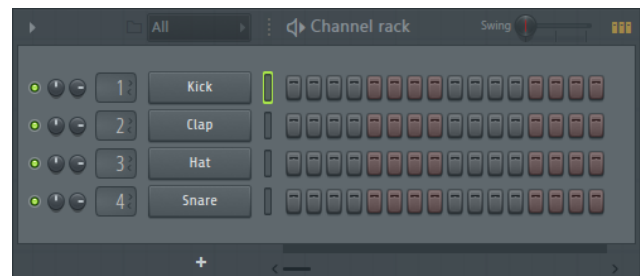
Nella parte superiore del programma possiamo trovare *Menu Bar* e *Toolbar*, che permettono l'accesso rapido a molti comandi e opzioni. Invece, lateralmente troviamo una sidebar, denominata *Browser*, che fornisce l'accesso a progetti, campioni, librerie preimpostate e plug-in VST. In particolare, in tale sezione sono presenti il 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*, uno degli strumenti più importati del programma, 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.

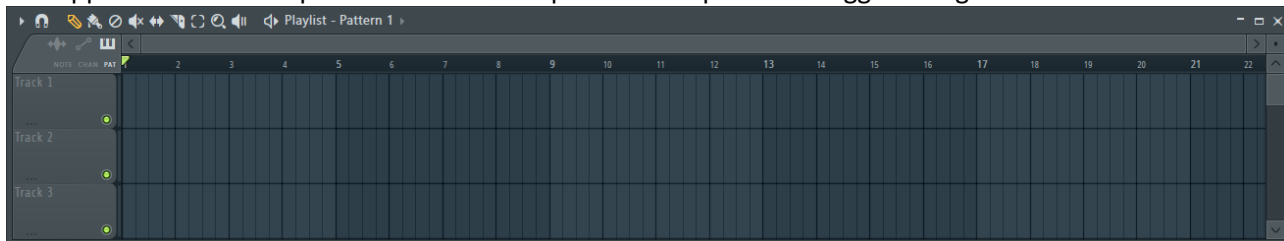


Piano Roll

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, consentendo la composizione di brani di elevata complessità. L'intonazione delle note viene visualizzata sull'asse verticale e il tempo sull'asse orizzontale. L'altezza del suono, invece, è mappata dal basso verso l'alto.

Playlist

La finestra *Playlist* serve a sequenziare e a riprodurre tutti gli elementi del progetto, al fine di creare la canzone finale. Consiste in un insieme di “Clip Tracks” di diverso tipo, che possono contenere pattern, clip audio e automazioni. 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 già presenti di stock oppure di terze parti, VTS, oppure si possono “campionare” file audio in formato .wav.

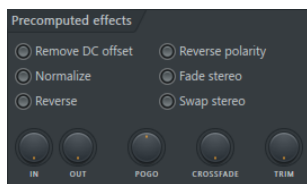


Manipolazione dell'involuppo

Il controllo dell'involuppo è generalmente possibile nella maggior parte dei sintetizzatori, campionatori e altri strumenti elettronici e consente di modulare alcuni aspetti del suono. Gli involuppi sono fondamentali per dare ai sintetizzatori un suono più naturale ed interessante, in quanto possono essere utilizzati per simulare il comportamento di uno strumento reale.

Tramite il *channel rack*, si può accedere allo strumento di controllo del sample o plugin associato a un determinato canale.

È possibile, quindi, modificarne l'involuppo modulando i suoni in base alle proprie esigenze. Utilizzando le varie manopole possiamo regolare manualmente la durata delle fasi e, tramite l'apposita manopola *tension*, rendere più o meno convessa o concava la curva. Ad esempio, supponendo di voler rallentare l'ingresso di un determinato strumento, se ne modificherà il valore di attacco. Oppure, qualora se ne volesse prolungare il suono una volta lasciati i tasti, basterà aumentare il valore di release. Inoltre, attivando l'opzione *tempo* le fasi dell'involuppo si baseranno sull'andamento della composizione, variando ogni qualvolta quest'ultimo verrà modificato.



La modifica dell'involuppo rende possibile l'ottenimento di svariati effetti: capovolgere la forma d'onda verticalmente (*reverse polarity*), massimizzare il volume del campione senza tagli (*normalize*), invertire il sample (*reverse*) o commutare i canali sinistro e destro del campione caricato (*swap stereo*).

Tra questi annoveriamo le dissolvenze, ottenibili grazie alle manopole *in* e *out*, che applicano una dissolvenza rispettivamente in apertura o in chiusura. Quindi, l'ampiezza del segnale selezionato varierà linearmente da un valore minimo, solitamente lo zero, al valore originale, o viceversa.

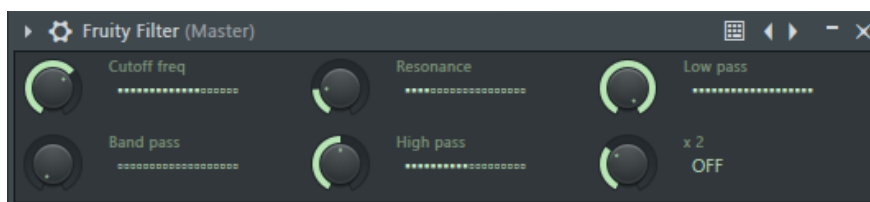
Possiamo effettuare, inoltre, tramite l'apposita manopola, il *crossfade* del sample, permettendo di smussare gli estremi di un loop. Oppure, possiamo creare una dissolvenza stereo dal canale sinistro a quello destro del campione, attraverso l'opzione *fade stereo*. Un'ulteriore, importante, opzione è la *trim threshold*, che consente di alzare la soglia del volume al quale FL Studio rileva "silenzio". L'utilizzo di questa impostazione permette al programma di filtrare il rumore di fondo oppure, impostandola su zero, di filtrare il silenzio "matematico".

Infine, l'*oscillatore a bassa frequenza* (LFO) è uno strumento utilizzato per controllare un sintetizzatore o un effetto. Può essere usato per simulare effetti di strumenti naturali, come il vibrato (applicandolo all'intonazione) e il tremolo (applicandolo al volume), o può essere usato per cambiare gradualmente un'impostazione al fine di creare effetti speciali.

Applicazione di filtri

Il **Fruity Filter** è un plugin di FL Studio che presenta un'interfaccia grafica con diversi parametri, grazie ai quali è possibile, tramite opportune regolazioni, ottenere come risultato diversi filtri ed effetti.

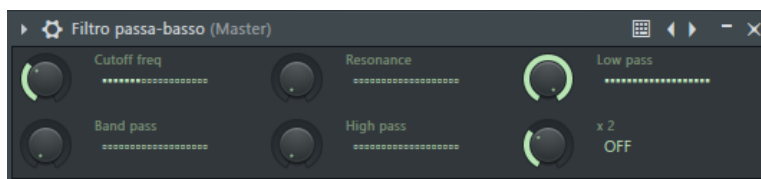
Vediamo innanzitutto quali sono questi parametri e cosa rappresentano:



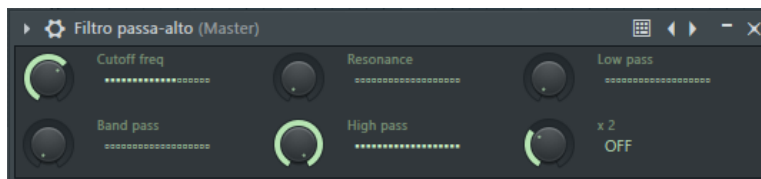
- *Cutoff frequency*: serve ad impostare la frequenza di taglio;
- *Low Pass*: quantità di frequenze "basse" riprodotte in output;
- *High Pass*: quantità di frequenze "alte" riprodotte in output;
- *Band Pass*: ampiezza della banda di frequenze che vengono riprodotte in output;
- *Resonance*: amplifica le frequenze nell'intorno della frequenza di taglio;
- *X2*: abilita il sovracampionamento, migliorando la qualità audio in output.

Adesso vediamo invece quali combinazioni di questi parametri ci permettono di ottenere su FL Studio i filtri più comuni:

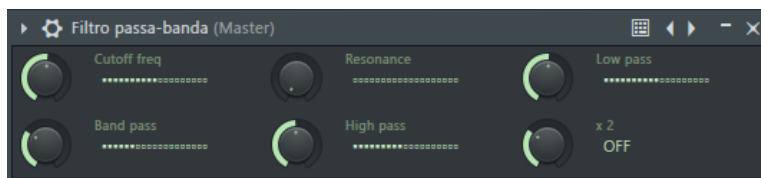
- **Filtro passa basso**: supponiamo di voler ottenere come risultato l'amplificazione delle basse frequenze di una traccia audio, andando ad attenuare le restanti. Impostiamo quindi il valore di *Cutoff Freq* ad un valore sufficientemente basso, *Low Pass* al massimo mentre *High Pass* al minimo. Ciò che sentiremo sarà l'equivalente di un filtro passa-basso.



- **Filtro passa alto**: similmente a quanto riportato nell'esempio precedente, è possibile ottenere una configurazione che simuli un filtro passa alto impostando la *Cutoff Freq* ad un valore sufficientemente alto, il *Low Pass* al minimo mentre *High Pass* al massimo. Stavolta ciò che sentiremo saranno solo le frequenze più alte della traccia ($> \text{Cutoff Freq}$), mentre quelle più basse ($< \text{Cutoff Freq}$) verranno eliminate.



- Filtro passa banda:** facendo un esempio generalizzato e indicativo, supponiamo di voler riprodurre solo le frequenze che si trovano circa “a metà” dello spettro delle frequenze della traccia audio. Impostiamo quindi la frequenza di taglio, al 50% e successivamente, 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.*



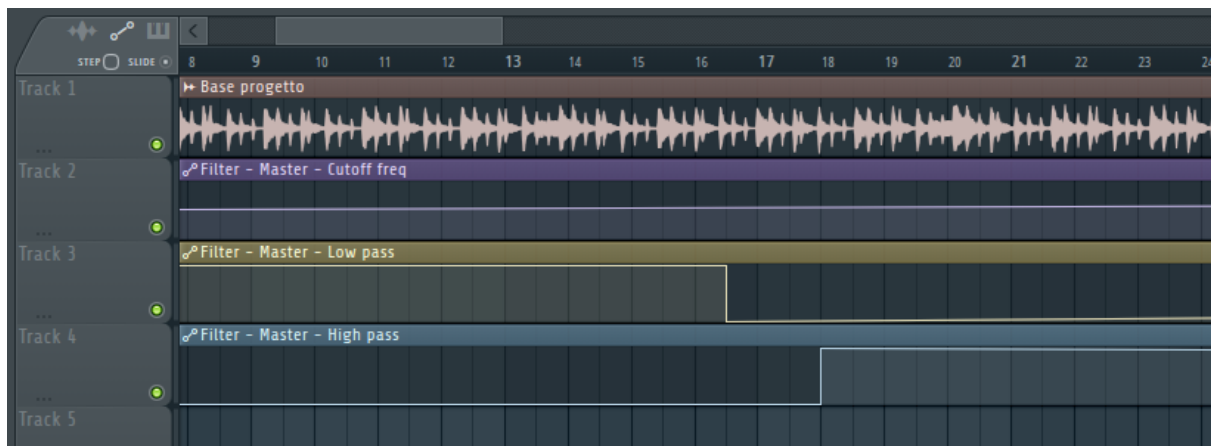
Le configurazioni appena mostrate possono ovviamente essere modificate a piacimento, in modo da ottenere svariati effetti e combinazioni di filtri. Inoltre, mentre gli esempi riportati sopra mostrano un’implementazione “statica”, FL Studio permette di far sì che ogni parametro vari durante la riproduzione della traccia.

Variazione dei filtri in riproduzione

Finora abbiamo trattato della regolazione dei parametri del plugin *Fruity Filter* manuale, volta per volta. Ma supponiamo ad esempio, di voler ad un certo istante un filtro *Low Pass* e successivamente venga sostituito da uno *High Pass* in maniera automatica. In FL Studio ciò è possibile specificando quali valori dovranno assumere i parametri nel tempo durante la fase di riproduzione tramite un grafico.

Per fare ciò dobbiamo aggiungere i parametri alla playlist e con l’ausilio del mouse, creare un grafico che rappresenti l’andamento che vogliamo assumano nel tempo.

Nell’esempio in immagine, sono stati presi in considerazione tre parametri. Il primo, *Cutoff freq.*, è posto ad un valore costante di circa la metà dello spettro di tutte le frequenze. Inizialmente la traccia verrà avviata con un filtro *Low Pass*, pertanto verranno riprodotte solo le frequenze al di sotto della *Cutoff freq.* Successivamente però, dal grafico si nota che il filtro *Low Pass* sparirà, sostituito da uno *High Pass*, che riprodurrà invece tutte le frequenze sopra la *Cutoff freq.*



Fruity Love Philter

Naturalmente i metodi visti precedentemente non rappresentano l’unico modo per realizzare ed applicare un filtro. FL Studio propone un ulteriore plugin: il **Fruity Love Philter**, che oltre ad offrire una più vasta gamma di parametri e personalizzazioni possibili e soprattutto delle configurazioni già preimpostate che producono diversi effetti.



L'interfaccia del **Fruity Love Philter**, con attivo uno dei diversi filtri preimpostati, il "Simple Triangle Lowpass LFO", una sorta di filtro Lowpass che produce un effetto *underwater*.

Equalizzazione audio

L'*equalizzazione audio* è fondamentale nella creazione di un brano, effettuata in fase di mixaggio può aiutare nella riduzione del rumore o nell'enfaticizzazione 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, detto ad ottava.

In particolare, questo equalizzatore è molto utile nelle situazioni in cui risulta necessario equalizzare specifiche frequenze.

Osserviamo la schermata dell'equalizzatore. 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

Nell'esempio seguente vengono mostrate nell'equalizzatore le frequenze che vengono rilevate nel caso di un kick di una batteria.



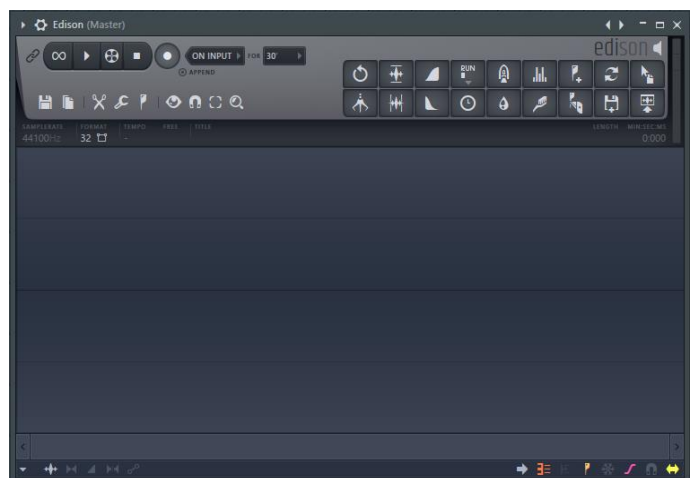
In questo caso, come ci si aspetterebbe, vengono rilevate molte più basse frequenze.

Adesso, invece, andiamo ad enfatizzarle utilizzando un filtro di low-shelving.



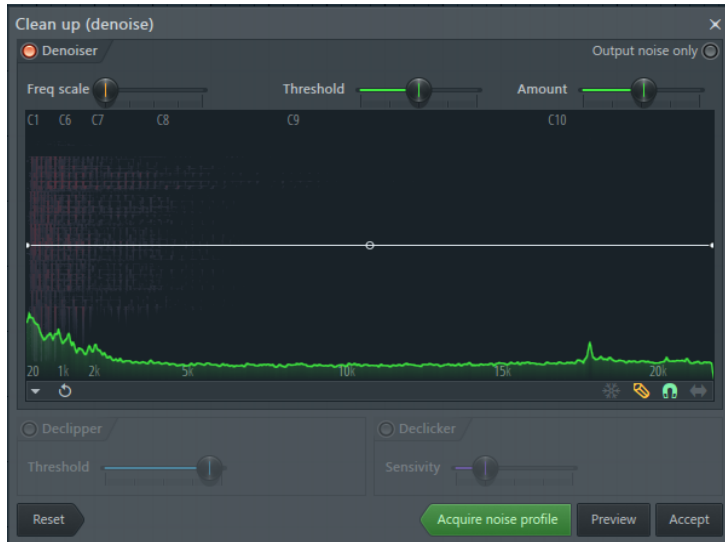
Riduzione del rumore

In FL Studio, è possibile effettuare un'operazione di riduzione del rumore attraverso uno strumento chiamato *Edison*. Si tratta di uno strumento utile non solo per la riduzione del rumore, ma anche per l'acquisizione dell'audio e la modifica delle tracce audio.



Per poter ridurre il rumore, basta inserire la traccia audio e selezionare il tipo di rumore che si desidera rimuovere. Successivamente, cliccare su "Acquire noise profile".

Nei casi più comuni, il rumore che si desidera eliminare è un rumore di sottofondo, per cui si selezionano le parti di silenzio dove è udibile il rumore da eliminare, ma non sempre questa tecnica funziona. Dopodiché, è necessario selezionare tutta la traccia e cliccare su “Clean Up(denoise)”. Si aprirà una schermata di questo tipo:



Per poter rimuovere il rumore, dobbiamo essere sicuri che sia su Denoiser e tenere in conto principalmente due parametri:

- **Threshold**, controlla la soglia di separazione tra il rumore e il livello desiderato di segnale. Più alta è questa soglia, maggiore sarà la riduzione del rumore. Tuttavia, ciò implica anche la perdita di alcuni rumori del segnale originale. Viceversa, una soglia molto bassa manterrà una traccia molto fedele all'originale, ma non si è sicuri che il rumore verrà eliminato del tutto.
- **Amount**, controlla il livello di soppressione del rumore in decibel. Una soppressione molto aggressiva può indurre una perdita di qualità del suono.

2. Riferimenti Bibliografici

Nella scrittura della relazione, ci siamo serviti di una serie di fonti in Internet, quali:

Per gli approfondimenti relativi l'involuppo:

- "ADSR Envelope": <https://www.wikiaudio.org/adsr-envelope/>
- "Envelope": [https://en.wikipedia.org/wiki/Envelope_\(music\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Envelope_(music))

Per le informazioni relative l'applicazione dei filtri:

- "FL Studio 12: How to Filter": <https://www.youtube.com/watch?v=1UtBCN1pOk4>

Per le spiegazioni relative equalizzazione audio e riduzione del rumore:

- "Vocal Mixing, Compression & EQ": <https://www.youtube.com/watch?v=04o1kpdkpVU>
- "Noise Reduction with Edison": <https://www.youtube.com/watch?v=Z1CyFNoAWZc>
- "EQ Tutorial": <https://www.youtube.com/watch?v=2oH4YcpyWSs>
- "L'equalizzatore": <https://www.accordo.it/article/viewPub/64802>, dal quale è stato tratto l'approfondimento sui filtri di tipo Notch
- "Noise reduction with FL Studio" <https://www.youtube.com/watch?v=Mf6rjGY8os8>

Ulteriori delucidazioni sul funzionamento del programma sono state tratte grazie alla consultazione del manuale presente online:

- "FL Studio Reference Manual": https://www.image-line.com/support/flstudio_online_manual/

Redazione

- *Amelia Sorrenti* curatrice della sezione relativa la panoramica del programma e la *manipolazione dell'involuppo*.
- *Daniele Valenti* curatore della sezione relativa *l'applicazione dei filtri*.
- *Amedeo Tolace* curatore della sezione relativa *l'equalizzazione e la riduzione del rumore*.

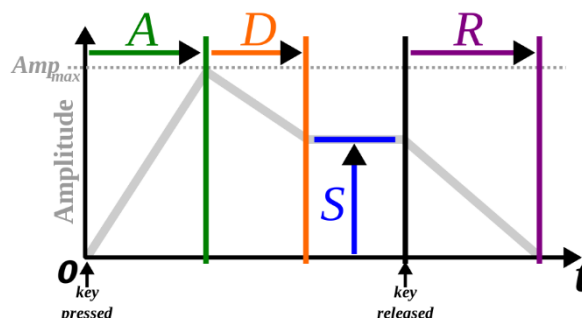
3. Argomenti Teorici Trattati

Inviluppo

È definito **inviluppo** il modo in cui un suono evolve nel tempo rispetto alla sua ampiezza. Ciascun suono possiede una propria evoluzione dinamica, transitando da una condizione di riposo, a una condizione di vibrazione costante a una condizione in cui il suono si estingue. Considerata la forma d'onda di tale segnale, l'insieme di tutti i picchi della parte positiva costituiscono l'inviluppo. Agendo sulla dinamica, il segnale si modifica subendo delle variazioni in termini di volume e di timbro, in quanto se ne modifica in parte anche lo spettro.

In generale, possiamo distinguere quattro fasi, o *transitori*.

- **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 importanti per il *riconoscimento delle sorgenti sonore*, specialmente degli strumenti musicali. Possiamo, 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 più o meno rapidamente.

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.

Evoluzione storica dell'inviluppo

L'inviluppo ADSR fu teorizzato per la prima volta nel 1965 da Vladimir Ussachevsky, il quale era a capo del Columbia-Princeton Electronic Music Center. Una prima implementazione di tale inviluppo fu inserita nel sintetizzatore Novachord. Nei sintetizzatori più vecchi, una variante diffusa dell'inviluppo ADSR era rappresentata dall'**inviluppo ADSHR** (attack, decay, sustain, hold, release), caratterizzato dall'aggiunta di una fase di **hold**. Infatti, non essendo ancora programmabile il **sustain**, la fase di **hold** permetteva di mantenere l'ampiezza del suono allo stesso livello del **sustain** per un certo ammontare di tempo prima dell'inizio del **release**.

Un'altra variante diffusa era l'**inviluppo AHDSR** (attack, hold, decay, sustain, release), nel quale la fase di **hold** veniva utilizzata per determinare il tempo in cui l'inviluppo si manteneva a pieno volume prima di passare alla fase di **decay**.

Nei sintetizzatori più moderni talvolta è possibile trovare una fase di *delay* che precede l'attacco. In tale inviluppo, definito DADSR (delay, attack, decay, sustain, release), la prima fase, quindi, determina il tempo di silenzio tra l'attacco e il suono della prima nota. Alcuni sintetizzatori virtuali, come la Digital Audio Workstation (DAW) FL Studio, possiedono una versione più avanzata dell'inviluppo ADSR, data dalla combinazione di tutti questi inviluppi più complessi, ossia l'**inviluppo DAHDSR** (delay, attack, hold, decay, sustain, release). Esistono, poi, modelli più sofisticati che consentono più attacchi, impostazioni di *decay* e *release*.

Esistono strumenti musicali elettronici in grado di *invertire l'inviluppo ADSR*, invertendone il normale comportamento. Durante la fase *attack*, il suono rimodulato si dissolve dall'ampiezza massima fino a zero. Durante la fase *decay*, aumenta fino al valore specificato dal parametro del *sustain*. Infine, dopo il rilascio del tasto, il suono aumenta dall'ampiezza del costante del *sustain* fino al raggiungimento della sua ampiezza massima.

Le fasi di *attack* e *decay* sono fondamentali ai fini della caratterizzazione di un suono, al punto tale che nelle moderne tecniche di sintesi si preferisce generarla con dei campioni reali dello strumento da riprodurre e generare quelle di *sustain* e *release* in modo sintetico.

Ciò ha un duplice scopo. In primis, rende lo strumento sintetico il più fedele possibile a quello reale e, in secundis, consente un controllo sulle caratteristiche dello stesso.

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* (cf), il filtro trasmette la banda di frequenze appartenenti all'intervallo $[0 , Cf]$. In altre parole, elimina tutte le frequenze al di sopra del valore della frequenza di taglio.
- **Filtri passa-alto:** specificata una certa *Cutoff Frequency* (cf), il filtro trasmette la banda di frequenze appartenenti all'intervallo $[Cf , F]$, 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* (cf) e una seconda frequenza F , il filtro trasmetterà le frequenze dell'intervallo $[F - Cf , Cf + F]$, eliminando quelle esterne.
- **Filtri taglia elimina-banda:** similmente ai filtri passa-banda ma con il funzionamento opposto, cioè elimina le frequenze dell'intervallo $[F - Cf , Cf + F]$, 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 grafici e 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*.

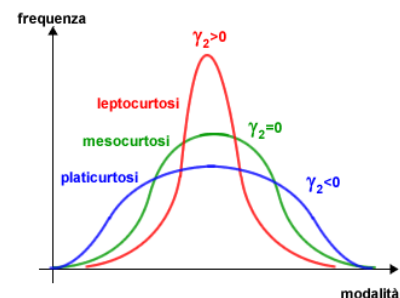
Gli *equalizzatori grafici* non sono nient'altro che la trasposizione grafica dei filtri a campana o di peaking.

Invece, gli *equalizzatori parametrici* sono 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 possiedono 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 platocurtica. 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.

Rumore: bianco, rosa, marrone, blu, viola e grigio

L'equalizzatore contribuisce anche alla riduzione del rumore, analizziamo i diversi tipi di rumore. I rumori di cui principalmente si discute sono i *rumori colorati*, distinguiamo:

- **Rumore Rosa** è un rumore che ha una prevalenza delle armoniche a basse frequenze. L'intensità del rumore rosa decresce nel passaggio da un'ottava all'altra come l'inverso della frequenza. Subisce un'attenuazione di 3 dB per ogni ottava. Per le sue caratteristiche, il rumore rosa trova molte applicazioni negli ambienti di registrazione per dare più corpo ai suoni a basse frequenze, infatti, a queste frequenze l'orecchio fa più fatica ad udirle;
- **Rumore Marrone**, detto anche rumore browniano, è caratterizzato da un'attenuazione di 6 dB per ogni ottava;
- **Rumore Blu**, complementare al rumore rosa, è molto più accentuato nelle alte frequenze. Subisce un incremento di 3 dB per ottava. Assomiglia ad un sibilo stridulo e, generalmente, viene ottenuto filtrando le alte frequenze;
- **Rumore Viola**, anche questo rumore è molto presente nelle alte frequenze, subisce un incremento di 6 dB per ottava, molto stridulo;
- **Rumore Grigio**, banalmente il suo spettro ha un andamento molto simile alle curve isofoniche, come se fosse di pari intensità a tutte le frequenze;
- **Rumore Bianco**, tra i più comuni rumori, è ricco di alte frequenze, eccessivamente brillante. I suoi valori seguono una legge di probabilità uniforme. Questo tipo di rumore, molto simile ad un fruscio, viene considerato molto rilassante e distensivo.