

## La sintesi sonora

### Elementi di un suono

Per capire come un sintetizzatore genera un suono è importante conoscere le componenti che costituiscono il suono stesso.

L'unico modo in cui un suono può essere rilevato da un essere umano è attraverso le vibrazioni dell'aria che muovono il timpano dell'orecchio in modo regolare e periodico. Il nostro cervello interpreta queste vibrazioni ed identifica un numero infinito di tipi di suono. **Ogni tipo di suono ha tre caratteristiche**, esse sono:

Intensità (*Volume*)

Altezza (*Pitch o Frequenza*)

Timbro (*Tone*)

Ciò che differenzia un suono da un altro è la diversità di queste tre caratteristiche presenti nel suono iniziale **e la variazione** nel corso della sua durata.

Con un sintetizzatore musicale si possono variare queste tre caratteristiche e modularle nel corso del tempo.

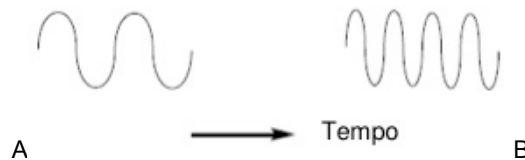
### Altezza (*Pitch, Frequenza*)

L'altezza è determinata dalla velocità delle vibrazioni in un secondo che si propagano nell'aria.

Esempio un suono è di circa 20 vibrazioni al secondo (*per un essere umano è il numero di vibrazioni più basso udibile*) viene interpretato dal cervello come un suono molto grave.

Un suono con vibrazioni più alte di molte migliaia al secondo viene identificato come un suono molto acuto.

Nella figura seguente, la forma d'onda **B** ha un'altezza doppia rispetto alla forma d'onda **A**:



Contando i numeri dei picchi (*vibrazioni*) della forma d'onda si può osservare che la forma d'onda **B** presenta il doppio dei picchi della forma d'onda **A**. (*In effetti, la forma d'onda B ha un'altezza più alta di un'ottava rispetto alla forma d'onda A*). L'altezza del suono è data dal numero di vibrazioni in un determinato periodo di tempo, per questo motivo spesso l'altezza è chiamata anche frequenza.

Si conta quindi la frequenza dei picchi della forma d'onda presenti in un determinato periodo di tempo.

### Timbro (*Tone*)

I suoni musicali sono formati da diverse altezze che variano tra loro simultaneamente.

Quella più forte è la "Fondamentale" e corrisponde alla nota percepita dal nostro orecchio.

Le altre si chiamano "Armoniche". La differenza del volume di ogni armonica determina il "Timbro" (o *Tono*) del suono. Ad esempio un clavicembalo e un pianoforte che suonano la stessa nota ad uguale volume, nonostante ciò i due strumenti si distinguono perfettamente.

Questo perché le armoniche presenti nel suono di un pianoforte sono diverse da quelle del suono di un altro strumento e viceversa.

### Volume

Il volume (*ampiezza o intensità del suono*) è determinata dalla grandezza delle vibrazioni.

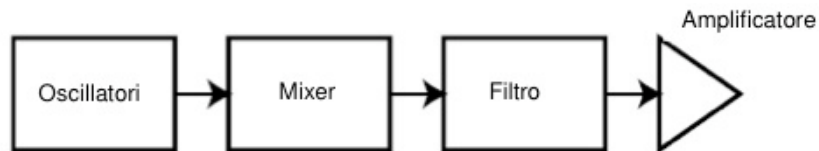
Esempio se si ascolta un pianoforte ad un metro di distanza il volume (*l'intensità del suono*) è più alto che ascoltando ad una distanza di 30 metri.

Nella seguente figura, la forma d'onda **A** è più forte della forma d'onda **B** pur essendo della stessa altezza.



Dimostrato come un qualsiasi suono sia costituito da soli tre elementi, vediamo ora come possono essere rapportati ad un sintetizzatore musicale.

Una sezione fondamentale del sintetizzatore sono gli **Oscillatori** che generano forme d'onda grezze fornendo l'altezza del suono insieme alle rispettive armoniche (*timbro*). Questi segnali vengono poi miscelati tra loro nella sezione chiamata **Mixer**. Il segnale miscelato viene inviato poi ad una sezione chiamata **Filtro** che serve a modificare il timbro del suono, rimuovendo alcune frequenze armoniche a secondo delle sue impostazioni. Infine, il segnale filtrato entra nell'ultima sezione l'**Amplificatore** il quale appunto amplifica in segnale dando il volume finale del suono.



Percorso audio nelle sezioni principali del Sintetizzatore.

Ci sono altre sezioni aggiuntive in un sintetizzatore come **LFO (low frequency oscillator)** e **Involuppi**, che consentono di modificare i principali parametri delle sezioni **Oscillatori**, **Filtro** e **Amplificatore** nel tempo alterando così il suono che si evolve nel tempo. Lo scopo di **LFO** ed **Involuppi** è quello di controllare (*modulare*) le altre sezioni del sintetizzatore, vengono così chiamati “modulatori”.

### Gli Oscillatori ed il Mixer

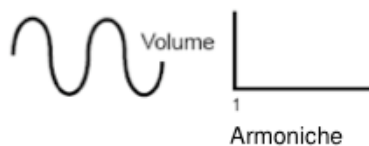
L'oscillatore è il cuore del sintetizzatore, poiché genera una forma d'onda elettronicamente. Questa **forma d'onda** è generata a una frequenza controllabile che viene determinata inizialmente dalla nota suonata sulla tastiera o tramite un messaggio MIDI. Il timbro o tono è determinato dal tipo di forma d'onda. Si è scoperto che solamente poche forme d'onda particolari contengono molte armoniche più utili per la sintesi musicale. I nomi di queste forme d'onda sono:

sinusoidale (**Sine**), quadra (**Square**), a dente di sega (**Sawtooth**), triangolare (**Triangle**) e di rumore (**Noise**). Tutte (*tranne che per il Noise*) contengono un certo numero fisso di armoniche musicali che possono essere modificate dal sintetizzatore.

Visualizzando queste forme d'onda su un Oscilloscopio (*Strumento elettronico per visualizzare le forme d'onda*) si vedono i livelli relativi delle loro armoniche. Proprio questi livelli delle varie armoniche presenti in una forma d'onda che determinano il timbro finale del suono.

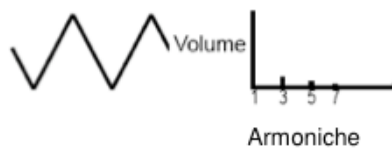
### Forme d'onda Sine (sinusoidali)

Questa forma d'onda produce il suono più puro, poiché contiene solo questa singola altezza (*frequenza*). Hanno una singola frequenza priva di armoniche.



### Forme d'onda Triangle (triangolari)

Contiene solamente armoniche dispari, dove il volume di ciascuna è il quadrato della sua posizione nella serie. Per esempio, la 5<sup>a</sup> armonica ha un volume di **1/25** rispetto a quello della fondamentale.



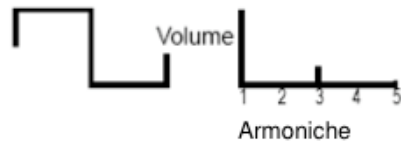
### Forme d'onda Sawtooth (dente di sega)

Hanno molte armoniche, poiché contengono tutte quelle della frequenza fondamentale. Il volume di ogni armonica è proporzionale alla sua posizione nella serie.



### Forme d'onda Square (quadra)

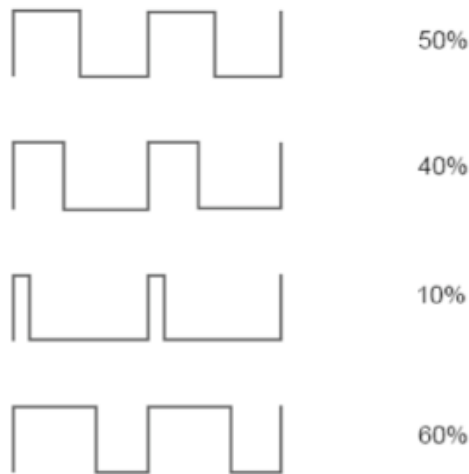
Sono presenti solo armoniche dispari che hanno lo stesso volume di quelle dispari contenute nella forma d'onda a dente di sega.



Una forma d'onda quadra rimane per lo stesso tempo in condizione "alta" e "bassa". Questo tempo (condizione) si chiama **duty cycle**. Una forma d'onda quadra con **duty cycle del 50%**; significa che è "alta" per il **50%** e "bassa" per il restante **50%** del ciclo che esegue la forma d'onda.

Con il **Sintetizzatore** è possibile regolare il **duty cycle** della forma d'onda per generare forme d'onda diverse, note anche come pulsanti (**Pulse**). Man mano la forma d'onda diventa più rettangolare acquista un numero superiore di armoniche pari, ed il timbro del suono cambia diventando più "nasale".

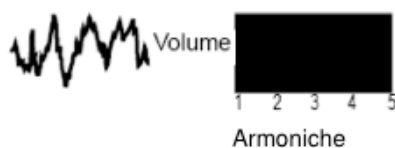
Questa larghezza (**Pulse Width**) può essere modificata da un modulatore che cambiando continuamente le armoniche in essa contenute. Così facendo il suono diventa più "grosso" quando la forma d'onda pulsante varia ad una velocità moderata.



Vari **duty cycle** di forme d'onda rettangolari (*pulsanti*).

Se il **duty cycle** è al **40%** o **60%**, la forma d'onda viene semplicemente invertita dunque le armoniche contenute sono esattamente le stesse ed il timbro non cambia.

### Forme d'onda di rumore (Noise)



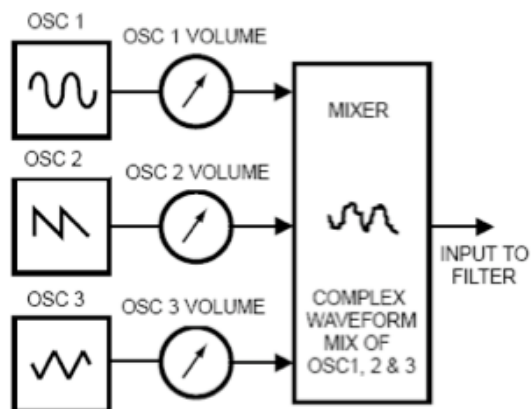
Queste forme d'onda non hanno una frequenza fissa (*sono prive d'altezza*) dove tutte le frequenze hanno lo stesso volume. Queste forme d'onda di rumore sono spesso impiegate per creare suoni percussivi ed effetti.

### Forme d'onda digitali

Oltre alle forme d'onda tradizionali generate dagli Oscillatori molti Sintetizzatori hanno forme d'onda campionate digitalmente che contengono particolari armoniche normalmente difficili da generare con gli Oscillatori.

### Il Mixer

Per generare suoni con timbri particolari, un tipico sintetizzatore analogico spesso ha più di un Oscillatore. Utilizzando più Oscillatori per creare un suono è possibile miscelarli insieme per ottenere mix armonici molto complessi. Anche solo "stonare" leggermente gli Oscillatori tra loro si crea un suono molto caldo e "grosso". Molti Sintetizzatori hanno una sezione **Mixer** separata per ogni Oscillatore dove possono essere regolati in modo indipendente per creare nuove forme d'onda armonicamente più complesse.



## Il Filtri

Nella maggior parte dei filtri in una sintesi analogica sono di tipo **sottrattivo**.

Con questo tipo di filtri si va a sottrarre al suono frequenze ed armoniche indesiderate.

Il Filtro più diffuso sui sintetizzatori è il **Low Pass** (*filtro Passa Basso*) dove si va a regolare un punto di taglio (*cutoff*) e tutte le frequenze sotto quel punto sono lasciate passare le altre vengono tagliate (*filtrate*).

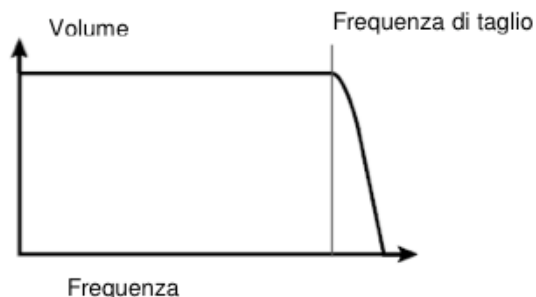
Questo processo di rimozione delle armoniche dalle forme d'onda provoca una modifica del timbro (o *carattere*) del suono. In pratica, si ha una graduale riduzione di volume delle armoniche sopra il punto di taglio. La velocità con cui si riduce il volume di queste armoniche dipende dalla pendenza (*slope*) del Filtro, misurata in "unità di volume per ottava". Poiché il volume si misura in Decibel (**dB**), la pendenza è indicata in un numero di **dB per ottava**. I valori tipici sono **12 dB/ottava** e **24 dB/ottava**. Più alto è questo numero, più velocemente sono attenuate le armoniche e più pronunciato è l'effetto di filtro.

Una caratteristica importante di questo filtro è il controllo della risonanza (**RESONANCE**).

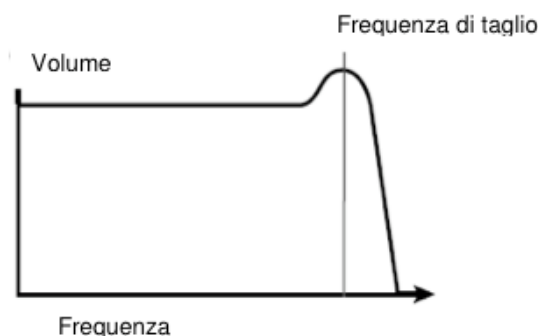
Grazie a questo parametro si aumenta il volume delle frequenze vicine al punto di taglio, molto utile per enfatizzare alcune armoniche presenti nel suono.

Regolando la risonanza a valori molto elevati, si provoca un'auto-oscillazione del filtro. Il timbro "vorticoso" generato è una forma d'onda sinusoidale pura, la cui altezza dipende dall'impostazione del Cutoff (*punto di taglio del filtro*). E' possibile utilizzare questa forma d'onda sinusoidale (*generata dalla risonanza*) come sorgente sonora aggiuntiva.

Il diagramma seguente mostra la risposta di un tipico filtro **Low Pass** che riduce il volume delle frequenze situate oltre il punto di taglio (*cutoff*).



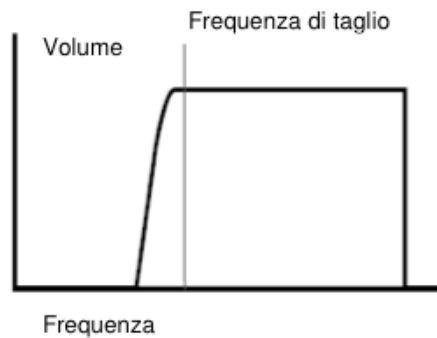
Aggiungendo la risonanza, si aumenta il volume delle frequenze intorno a quella di taglio.



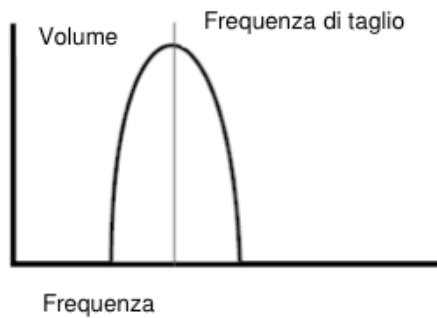
Alcuni Sintetizzatori possono avere anche altri tipi di filtri come:

**High Pass (filtro bassa alto).**  
**Band Pass (filtro passa banda).**

Il filtro **High Pass** è simile a quello **Low Pass**, ma vengono rimosse le frequenze **sotto** il punto di taglio, mentre quelle **sopra** il punto di taglio sono lasciate passare.

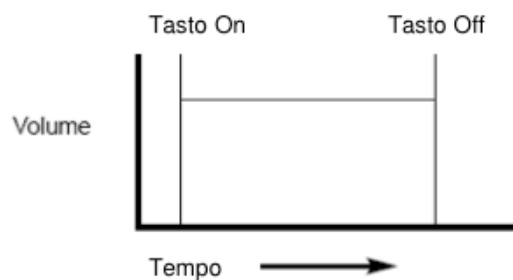


Il filtro **Band Pass** lascia passare solamente un intervallo di frequenze centrate su quella di taglio. Tutte le frequenze che si trovano fuori dall'intervallo specificato sono rimosse.



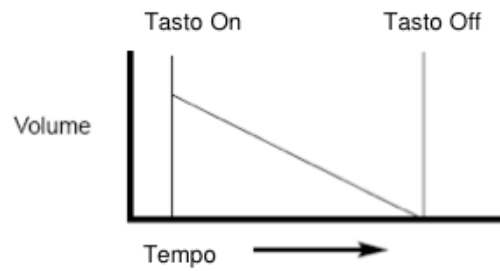
### Involuppi e Amplificatore

Fino ad ora si è visto come vengono sintetizzati timbro e altezza di un suono, ora vediamo come viene controllato il volume del suono. Spesso in uno strumento musicale questo volume varia notevolmente nel corso della durata di un suono e cambia in base al tipo di strumento.

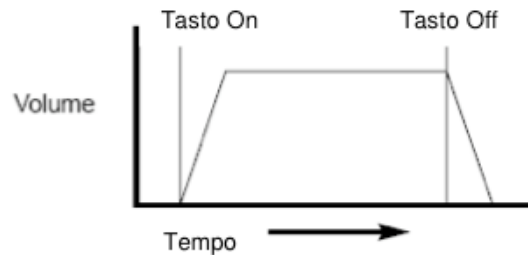


Esempio il suono di un organo, raggiunge subito il massimo volume quando si preme un tasto sulla tastiera e rimane al massimo volume fino al rilascio del tasto per tornare rapidamente a zero.

Mentre un suono di pianoforte, raggiunge subito il pieno volume quando si preme un tasto e poi gradualmente il livello torna a zero dopo un determinato tempo anche se il tasto viene tenuto premuto.

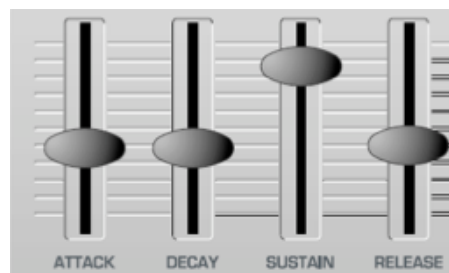


Vi sono casi come la simulazione di archi (*pad*) dove a tasto premuto in volume gradualmente raggiunge il massimo e vi rimane fino a quando il tasto resta premuto, ma al rilascio del tasto il livello del volume scende gradualmente a zero.

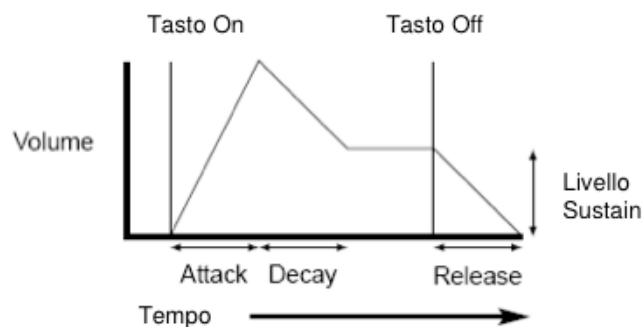


Su un sintetizzatore analogico queste frazioni sono controllate da una sezione chiamata Generatore d'Inviluppo (**Envelope Generator**) che controlla il volume del suono quando si suona una nota. Un tipico sintetizzatore presenta uno o più involuppi, dei quali uno è sempre applicato all'amplificatore (*per controllare il volume di ogni nota suonata*). Involuppi aggiuntivi si possono usare per variare dinamicamente altre sezioni del sintetizzatore durante il routine di una nota. Nella maggior parte dei Sintetizzatori si hanno i seguenti controlli:

**ADSR** (Attack, Decay, Sustain, Release).



Ogni generatore d'inviluppo a i suoi controlli che servono a regolare la forma dell'inviluppo.



**Tempo d'attacco (Attack Time)**

Regola il tempo che passa da zero a pieno volume quando si preme un tasto, per creare un suono con un lento fade-in.

**Tempo di decadimento (Decay Time)**

Regola il tempo per scendere dal pieno volume al livello stabilito dal **Sustain** mentre è premuto un tasto.

**Livello Sustain (Sustain Level)**

È un controllo diverso dagli altri, poiché si regola il livello di volume al quale deve rimanere mentre è premuto un tasto al termine del tempo di decadimento.

### Tempo di rilascio (*Release Time*)

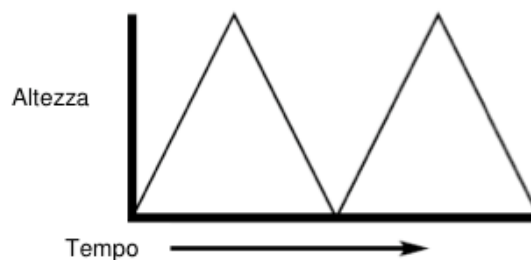
Regola il tempo per scendere dal livello **Sustain** a zero, per creare suoni il cui volume si dissolve lentamente.

Molti Sintetizzatori hanno uno o più Generatori d'Involuppo che possono essere impiegati in molti modi interessanti. In genere, si usano per variare la frequenza di taglio di un filtro o l'altezza di un oscillatore durante la "vita" di una nota. Altri vengono utilizzati per funzioni particolari e possono presentare solamente controlli d'attacco e decadimento.

### LFO

È un oscillatore a bassa frequenza (*Low Frequency Oscillator*),

Gli **LFO** generano forme d'onda in modo analogo ai normali Oscillatori, ma ad una frequenza normalmente troppo bassa per poter essere percepita dall'udito. In un sintetizzatore vengono usati come **Modulatori**. Invece di generare un suono si usano per modificare (*modulare*) altre sezioni del sintetizzatore (*ad esempio, variare l'altezza dell'oscillatore o la frequenza di taglio di un filtro*). La maggior parte degli strumenti musicali genera suoni che cambiano non solo in volume ma anche in altezza e timbro. Queste variazioni contribuiscono in modo determinante al suono finale. Le forme d'onda generate dagli **LFO** possono essere inviate ad altre sezioni del sintetizzatore per creare nel suono le variazioni desiderate, si possono usare per modulare sezioni diverse del sintetizzatore e lavorare a diverse velocità. La forma d'onda tipica di un **LFO** è quella triangolare:



Se applichiamo questa "lenta" forma d'onda all'altezza di un Oscillatore, si ottiene il **Vibrato**, che simula ad esempio un violinista che muove un dito della mano sinistra su e giù su una corda del suo strumento mentre con la destra striscia l'archetto sulla corda, generando questa leggera variazione d'altezza in alto e in basso, dando l'effetto del vibrato. Se **LFO** fosse applicato alla frequenza di taglio del Filtro, si tiene un effetto "oscillante", chiamato "wow-wow". Un Sintetizzatore può avere uno o più **LFO** che possono **modulare** simultaneamente diverse sezioni del sintetizzatore. Ovviamente, un sintetizzatore è tanto più potente quanti più Oscillatori, Filtri, Involuppi e **LFO** possiede.

### Memorie

I primi sintetizzatori (*anni 60-70*) erano costituiti da blocchi modulari, nelle quali ogni sezione del sintetizzatore era alloggiata in una unità separata. Questi blocchi potevano essere collegati fisicamente tra loro solamente con dei cavi (*denominati patch lead*). Un suono prodotto con questo metodo richiedeva spesso la connessione di dozzine di cavi e ogni volta che serviva un nuovo suono, i cavi dovevano essere fisicamente scollegati e ricollegati in modo diverso. Le posizioni e connessioni dei cavi si dovevano annotare su un foglio di carta (*nel caso quel particolare suono dovesse essere ricreato in seguito!*). Se queste posizioni e collegamenti non erano esattamente uguali, il suono era perso per sempre! Nei Sintetizzatori moderni tutti i blocchi sono racchiusi in un'unica unità compatta. La modifica dei suoni avviene tramite selettori e manopole posti sul pannello frontale, senza bisogno di collegarli fisicamente all'esterno con una serie di cavi. Inoltre, le impostazioni di questi controlli che determinano il suono o "patch", possono essere memorizzate in locazioni di memoria del Sintetizzatore per poter essere richiamate in qualsiasi momento.

**Riassumendo**, un sintetizzatore analogico può essere suddiviso in cinque blocchi di generazione o modifica del suono:

1. Oscillatori: generano vari tipi di forme d'onda a determinate altezze.
2. Mixer: miscela tra loro le uscite provenienti dai vari Oscillatori.

3. Filtro: rimuove determinate armoniche cambiando la caratteristica o timbrica del suono.
4. Amplificatore controllato da un Generatore d'Involuppo; quest'ultimo modifica il volume di un suono nel tempo quando è suonata una nota.
5. LFO ed Involuppi che servono a modulare uno o più blocchi presenti nel Sintetizzatore.

## Funzioni comuni nei sintetizzatori

### Sezione Oscillatore:

#### OCTAVE

Imposta l'altezza di base in salti di ottava degli Oscillatori presenti nel Sintetizzatore.

Portando il valore di OCTAVE su **0** corrisponde al **LA** standard di **440 Hz** quando si suona la nota **LA** sopra il **DO** centrale. Coi i valori **+1** o **-1** si salta di un'ottava superiore o inferiore, dimezzando o raddoppiando il LA centrale.

#### PORTAMENTO

Con questa manopola possiamo regolare l'effetto **Portamento**.

Regolato a zero, quando si suona la tastiera l'altezza delle note cambia istantaneamente da un tasto all'altro, mentre portando la manopola al massimo s'introduce il **Portamento**, le note passano gradualmente da un'altezza all'altra quando cambiamo la nota simultaneamente sulla tastiera.

#### WAVEFORM

Questa manopola determina la forma d'onda dell'Oscillatore.

In base al vostro Sintetizzatore queste forme d'onda possono essere molteplici o basilari, di solito le prime **4** sono le tradizionali forme d'onda dei sintetizzatori analogici e le **4** successive sono di rumore.

Altre possono essere forme d'onda campionate digitalmente per la simulazione degli strumenti più tradizionali o dei suoni percussivi.

#### DETUNE

Regola la "stonatura" in centesimi dell'Oscillatore. Di solito varia l'altezza dell'Oscillatore di più o meno di **50 cent** rispetto all'altezza di base. Una lieve differenza d'altezza tra gli Oscillatori arricchisce il suono. Basso e parti soliste possono essere "ingrossate" applicando un leggero detune.

#### LFO DEPTH

Controlla la quantità di modulazione applicata dall'**LFO** ad un Oscillatore o altre sezioni.

#### SYNC

Con questa funzione si ottengono suoni metallici particolarmente interessanti.

Esempio, con la funzione **SYNC** inserita la frequenza dell'Oscillatore 1 riavvia periodicamente la forma d'onda utilizzata dall'Oscillatore 2.

Questa tecnica di sincronizzazione oscillatore si chiama (**Oscillator Sync**).

Se gli Oscillatori 1 e 2 sono "stonati" tra loro, la forma d'onda dell'Oscillatore 2 è periodicamente interrotta e fatta ripartire dall'inizio del suo ciclo ogni volta che la forma d'onda dell'Oscillatore 1 inizia un nuovo ciclo.

Il diagramma seguente illustra questo comportamento:



Si può vedere chiaramente che la forma d'onda sincronizzata è stata quindi modificata assumendo un aspetto diverso. In questo modo, s'introducono nel suono nuove armoniche molto interessanti. Dunque maggiore è la "stonatura" (*Detune*) tra gli Oscillatori, più evidente diventa l'effetto sync.



**Manopola OVERDRIVE**

Questa manopola controlla la saturazione, regolandola a valori elevati, il suono diventa più ricco e leggermente distorto.

*La maggior parte del divertimento lavorando con un sintetizzatore è la creazione di nuovi suoni magari sperimentando con i suoni "preset" di fabbrica per creare nuovi suoni.*

*La miglior cosa è l'esperienza "manuale". Muovendo manopole e selettori possiamo realizzare una vera conoscenza sul modo in cui i vari controlli modificano i suoni aiutandoci a crearne di nuovi.*

*Con il tempo e la conoscenza di ciò che avviene nella macchina modificando con manopole e selettori i valori dei vari parametri, creare nuovi ed interessanti suoni diventa un'operazione facile e divertente.*

*di Fabio Isotton*