

AUDIO FACILE

(1) LA SINTESI SOTTRATTIVA

di Alfredo Capozzi

Questa nuova rubrica dedicata all'uso pratico dei plug-in, vi presenterà nelle diverse puntate i concetti funzionali che sottintendono alla sintesi sonora ed alla base dei processori audio, senza entrare eccessivamente nei dettagli tecnici.

Piccola premessa

Anche senza scendere troppo nei particolari è opportuno conoscere quelle che sono le caratteristiche di base di un suono, in modo tale che i termini ed i concetti presentati nella rubrica non divengano, per i neofiti dell'audio, definizioni astratte di cui non se ne capisce a fondo il significato. È importante stabilire, per quel che ci riguarda, almeno la differenza tra suono e rumore: confrontando i due grafici (Fig. 01 e 02) notiamo in quello relativo al rumore una discontinuità dell'onda (nel periodo di riferimento preso d'esempio) che invece è assente nel suono. Da ciò deduciamo che il suono è il risultato di un'onda isocrona e cioè che si sviluppa in modo uguale nel tempo: il rumore, ovviamente, no. In tutte e due i casi si par-

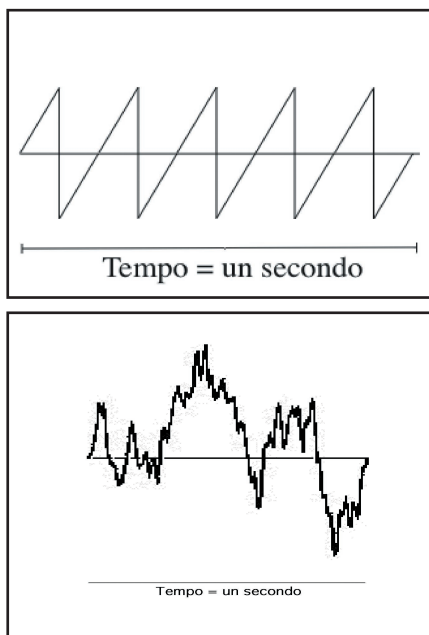


Fig. 01 e 02 – immagini a confronto di suono e rumore

la di vibrazioni che, attraverso l'aria, l'acqua o altro corpo solido, raggiungono il nostro orecchio.

Un'altra condizione da considerare è che l'uomo, per la struttura fisiologica del suo orecchio, può percepire elementi sonori che abbiano una frequenza (ripetizioni dell'onda in un secondo) comprese tra i 20 ed i 20.000 (circa) periodi al secondo.

Caratteristiche del suono (1)

Come da manuale, la teoria musicale c'indica che i parametri che caratterizzano un suono sono: *Altezza*, *Intensità* e *Timbro*. Semplificando:

l'*altezza* differenzia i suoni acuti (o alti) da quelli gravi (o bassi). Qualche insegnante premuroso parla anche di suoni medi (o centrali); esempio evidente ne è il pianoforte: mi è capitato di assistere ad esami dove, alunni ancora preadolescenti, alla specifica domanda rispondevano con <<l'altezza separa i suoni di destra da quelli di sinistra>> (le associazioni di idee a volte fanno brutti scherzi. Ndr); l'*intensità* differenzia un suono debole da uno forte; aggiungiamo anche i termini di *volume* e *dinamica*, introdotti successivamente nella didattica per scopi "espressivi";

il *timbro* definisce, secondo la teoria tradizionale, le famiglie strumentali (ottoni, archi, corde, ...) anche se non spiega perché due chitarre acustiche o due pianoforti a coda (di marche diverse) suonano così diversamente fra di loro.

Caratteristiche del suono (2)

In ambito scientifico e di conseguenza nella computer music, la stessa teoria musicale precedentemente espressa, considera come parametri del suono: *Frequenza*, *Ampiezza* e *Timbro*. Semplifi-

cando:

la *frequenza*, come già accennato nella premessa indica la quantità di ripetizioni dell'onda isocrona nel periodo di tempo di un secondo. Maggiore sarà la quantità delle ripetizioni, più *acuti* saranno i suoni prodotti (Fig. 03). La frequenza viene

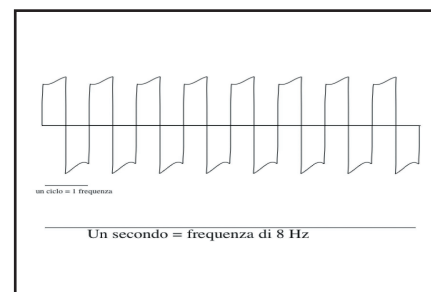


Fig. 03 – frequenza di 8 Hz in un secondo

espressa in Hz (Hertz)

l'*ampiezza* definisce invece il volume (o intensità) del suono. La si considera tanto più alta man mano che i punti massimi positivi e negativi dell'onda isocrona sono lontani dall'asse X, indicante ampiezza 0 (Fig. 04).

Per quanto riguarda il *timbro* l'argomento si fa un po' più complesso e per capirlo a fondo dobbiamo introdurre ...

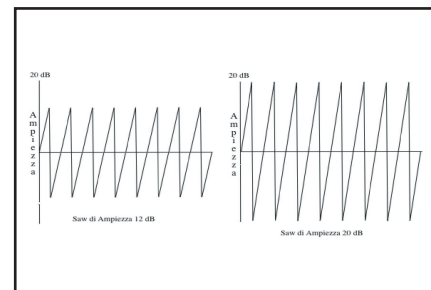


Fig. 04 – ampiezze differenti della stessa onda

Il teorema di Fourier

<< In un segnale periodico, il suono complesso risultante è dato dalla somma di tanti suoni semplici (leggi onde sinusoidali) ognuno con una propria **Frequenza**, **Ampiezza e Fase** >>.

Pronunciata dal matematico francese Francois Marie Charles Fourier, è universalmente riconosciuta come la teoria alla base di tutti i suoni. Fourier, attraverso la teoria, in pratica ci dice che la somma di diverse onde sinusoidali (Fig. 05), può ricondurci a qualsiasi suono (*sintesi addi-*

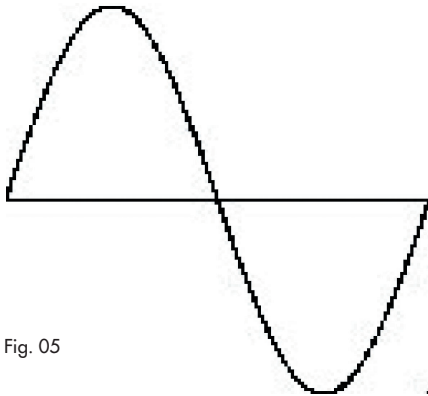


Fig. 05

tiva). Interpretata all'inverso, la stessa teoria ci dice che, partendo da un suono complesso ed eliminando frequenze, possiamo semplificare il suono fino a ricondurlo all'onda sinusoidale (*sintesi sottrattiva*). Nel teorema di Fourier viene aggiunto un nuovo parametro di riferimento, non considerato nelle caratteristiche del suono perché ritenuto non di fondamentale importanza: la **fase**. Questo parametro indica il punto di inizio della forma d'onda (Fig. 06) rispetto alla sua ampiezza e vie-

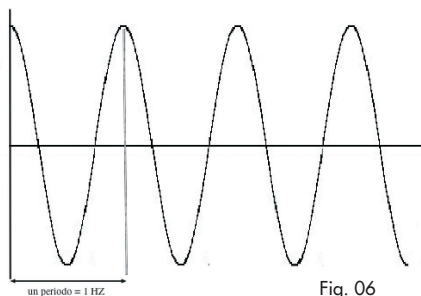


Fig. 06

ne espressa in gradi (°). Dato che in questa puntata considereremo la sintesi sottrattiva col numero minimo di parametri, rimandiamo l'analisi della *fase* alla prossima puntata.

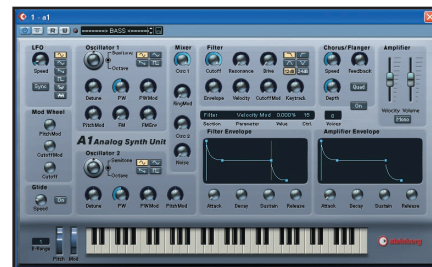
Personalmente vorrei indicare un altro parametro che ritengo comunque valido ai

fini della nostra trattazione: l'**evoluzione nel tempo dello spettro sonoro**. Se ci pensiamo bene, qualsiasi suono cambia nel tempo. Se consideriamo già solo i suoni acustici, questi per raggiungere il nostro orecchio incontrano nel mezzo di propagazione (normalmente l'aria) anche il loro principale mezzo di attrito. Attrito che sulla distanza fa perdere definizione, se non addirittura scomparire le frequenze del suono, dalle più alte alle più basse.

Il synth

Tenendo ben presente quanto precedentemente detto, possiamo, a questo punto, iniziare a trattare direttamente l'argomento "sintetizzatore": strumento che, attraverso una serie di moduli demandati a compiti specifici, ci permette di poter ricreare qualsiasi tipo di sonorità desiderata (potenza di struttura permettendo). Il nostro primo approccio sarà rivolto alla *sintesi sottrattiva*, nei suoi parametri di base, per poi approfondire, nelle prossime puntate, ogni singolo modulo operativo, con l'aggiunta di qualche personale esperienza d'uso.

Un sintetizzatore a *sintesi sottrattiva*, come rappresentato in *figura* comprende



Oscillatore (VCO), *Filtro (VCF)*, *Amplificatore (VCA)*, *Modificatori (LFO & EG)*, *eventuale tastiera di controllo (Trigger - Gate)*.

Per brevità di consultazione, ricordiamo che la *sintesi sottrattiva* parte da un suono complesso (*Oscillatore*), affinato in alcune sue frequenze (*Filtro*) ed amplificato (*Amplificatore*). Un suono così prodotto risulterebbe bello (forse), ma statico. Per ovviare a questo problema si fa uso, allora, dei *modificatori* che si occupano di dare movimento al suono creato con il primo blocco di parametri.

Con l'elemento *Trigger - Gate* indichiamo genericamente l'impulso On/Off di nota MIDI inviato da una qualsiasi tastiera o altro controller MIDI al sintetizzatore. Per la precisione, il termine *Trigger - Gate* veniva e viene tutt'oggi usato nei sintetizzatori analogici (quelli funzionanti per ten-

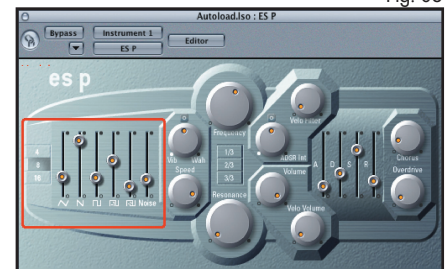
sione elettrica) per definire l'impulso di tensione mediante il quale il sintetizzatore interpreta le note suonate.

Modulo VCO

Iniziando l'esplorazione dei singoli moduli, il primo da considerare è sicuramente l'Oscillatore: il termine VCO è l'acronimo di **Voltage Control Oscillator** (*Oscillatore controllato in voltaggio*) ed è stato unanimemente usato su tutti i synth hardware analogici dal Moog in poi (Fig. 08).

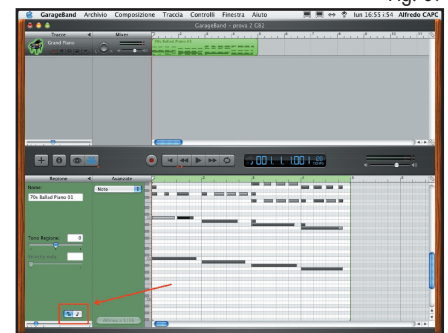
È il modulo che si occupa di generare il suono grezzo, da plasmare, successivamente, negli altri stadi. Tra i parametri che sicuramente compaiono all'interno di questa sezione abbiamo:

Fig. 08



Forma d'onda: il suono grezzo di base vero e proprio. Fino a qualche tempo fa, un synth virtuale ad emulazione analogica (comunque a sintesi sottrattiva) ricreava le forme d'onda di base presenti anche nei modelli Hardware; ovvero **Triangle** (triangolare), **Saw** (dente di sega), **Square** (quadra) (Fig. 09). Oggi, grazie al digitale, c'è solo l'imbarazzo della scelta,

Fig. 09



persino emulatori di suoni acustici, che rappresentano l'elemento base su cui viene sviluppato il nostro progetto di sound engineer;

Intonazione: di solito chiamati *Coarse* o *Fine*, sono i parametri che si occupano di dare un'intonazione in termini di Ottave, semitoni o centesimi di semitono al nostro Oscillatore.

Prova 1:

Apriamo il synth Steinber A1 e proviamo a: cambiare la forma d'onda, qualsiasi sia il preset richiamato se il synth ha un doppio oscillatore, fissaeli entrambi sulla forma d'onda "Saw" e intonare uno dei due 12 semitoni sotto (un'ottava), oppure muovere di poco il "Fine"

Modulo VCF

VCF sta per Voltage Control Filter (filtro controllato in voltaggio) ed è lo stadio del synth che si occupa di plasmare in attenuazione una parte del suono grezzo generato dall'Oscillatore. Nei modelli più semplici il tipo di filtro implementato è di norma un *passa-basso*; una modalità che dal suono grezzo elimina progressivamente le frequenze più alte, lasciandoci ascoltare man mano quelle più basse, col risultato che il suono gradualmente va, per così dire, oscurandosi (Fig. 11).

Fig. 11



Oltre il tipo di filtro, che non necessariamente deve essere rappresentato da un parametro, (può anche essere sottinteso al modulo stesso, basta verificare sul manuale d'istruzioni o le caratteristiche tecniche), il parametro fondamentale di questo modulo è il **Cutoff** (taglio di frequenza). Si occupa di definire le frequenze limite che potremmo ascoltare.

Di solito è espresso con una scala di valori la cui diminuzione indica proporzionalmente le frequenze eliminate. Nei casi più fortunati il valore espresso è proprio la frequenza attorno alla quale vengono filtrate le stesse. Importante ma non sempre presente, il controllo **Resonance** che indica un progressivo feedback della frequenza di taglio. Il risultato è che il suono diventa sempre più nasale fino a quando la frequenza di taglio non va in *autoscillazione* (si ascolta una frequenza che domina sulle altre: dipende dalla potenza del parametro) (Fig. 12).



Fig. 12

PROVA "B"

aumentate il valore di Resonance al massimo e provate a muovere il parametro di cutoff

Modulo VCA

Nei synth virtuali non è un vero e proprio modulo, ma viene di solito configurato con un inviluppo *ADSR* (vedi oltre) che ne regola il volume. Un eventuale potenziometro dedicato al volume generale aiuta il controllo di questa sezione. Nei synth analogici il **VCA** che sta per Voltage Control Amplifier (amplificatore controllato in voltaggio) e indica il modulo che amplifica il segnale audio generato da tutto il synth (Fig. 13).



Fig. 13

Modulo LFO

LFO significa *Oscillatore a bassa frequenza* (Low Frequency Oscillator). Il numero di cicli al secondo non supera mai i venti (altrimenti diventerebbe un suono udibile: ricordate il limite minimo dell'orecchio?), anche perché l'effetto che ne risulterebbe sarebbe ben diverso da quello su cui vogliamo soffermarci adesso. L'Oscillatore in oggetto ha di solito un ruolo "decorativo" del suono. Nell'uso più comune viene usato per ricreare effetti di Vibrato e Tremolo. Il Vibrato è l'effetto che si ottiene dando delle leggere oscillazioni all'intonazione. Per ottenerlo si deve applicare l'LFO all'Oscillatore (VCO): questo agirà sui parametri di Coarse e Fine del modulo Il Tremolo è simile al Vibrato ma agisce sul VCA. Si applica, quindi, all'amplificatore in

modo che agisca sul volume di uscita. Una terza modalità riguarda l'uso dell'LFO sul Filtro. Il risultato che ne viene fuori dipende da come sarà stato programmato il modulo filtro: possiamo però dire che esso agisce sulle frequenze filtrate in maniera ondulatoria, agendo come se stesse ruotando il potenziometro di "Cutoff" in senso orario e antiorario senza discontinuità. Se all'interno del modulo non vi è la possibilità di specificarlo, di solito il parametro a cui viene assegnato di default l'LFO è il VCO.

I parametri dell' "Oscillatore a bassa frequenza" (LFO) sono essenzialmente tre: la **forma d'onda**, **speed** e **depth**. Con la *forma d'onda* scegliamo che tipo di oscillazione avrà il nostro LFO; Con "*speed*" definiamo la frequenza dell'LFO; Con *depth* stabiliamo la profondità (ovvero la quantità d'incidenza sul suono) dell'LFO (Fig. 14).

Prova 2:

Portate il valore depth al massimo, quindi suonate una nota acuta, e diminuite progressivamente il valore di depth fino a



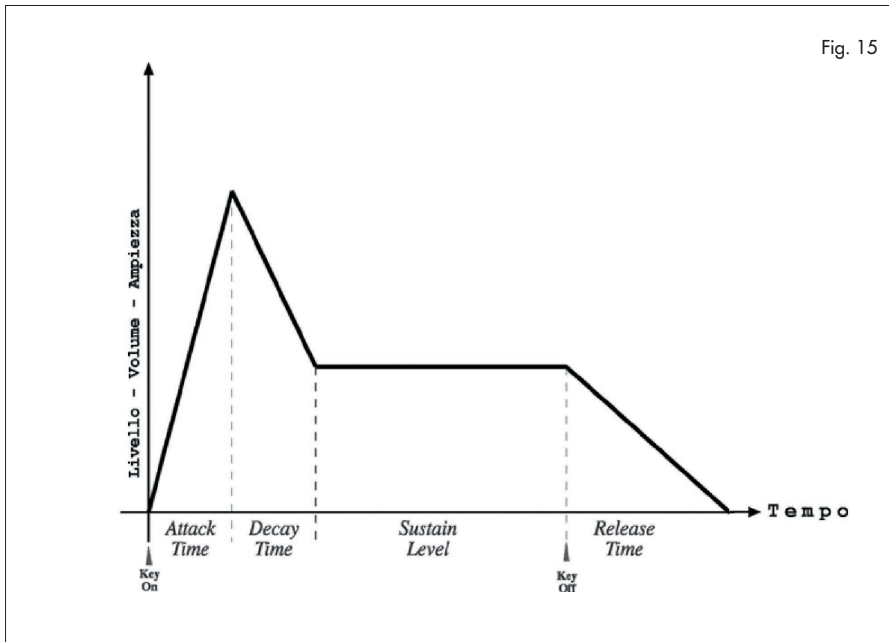
Fig. 14

zero...impostate un valore non troppo alto di depth 20-25%, e come forma d'onda scegliete una square (quadrata: spero sia disponibile)...

Modulo EG

Il Generatore d'Inviluppo (**EG** – Envelope Generator) si occupa di dare la suono uno sviluppo nel tempo dal momento in cui gli arriva l'impulso di *Trigger* fino a spegnersi (come azione) nel momento in cui riconosce l'evento di *Gate*. Abbiamo già detto (vedi VCA) che, principalmente, l'EG agisce sul volume. In natura, ogni suono ha un EG "di fabbrica": Un pianoforte ed un pad non seguono lo stesso percorso sonoro, così come un'arcata ed un pizzicato di violi-





no decadono dissimilmente, nel tempo. Per modificare l'EG dobbiamo interagire sul quartetto di parametri che sono ormai diventati uno slang: **ADSR** (Fig. 15).

La “**A**” sta per **Attack** (*Attacco*): stabilisce il tempo che impiega il suono a raggiungere il suo massimo volume, dal momento in cui suoniamo una nota (impulso/evento di Trigger = **Key On**);

“**D**” significa **Decay** (*Decadimento*): definisce il tempo che impiega il suono, una volta raggiunto il volume massimo, a raggiungere il livello di **S**.

“**S**” ci indica il **Sustain** (letteralmente *Sostegno*, ma è un termine ormai universale): a differenza degli altri tre, indica il livello che viene raggiunto dal Decay e che rimane costante fino a quando non rilasciamo la tastiera.

“**R**” ovvero **Release** (*Rilascio*): il tempo di Release entra in gioco nel momento in cui lasciamo la tastiera (impulso/evento di Gate = **Key Off**).

Si tenga presente che un synth può supportare più di un EG. Generalmente, così come avviene per gli LFO, gli ADSR sono presenti sia per i *Filtri* che per gli

Oscillatori (Fig. 16). Un'ultima nota: i quattro parametri elencati sono quelli di base che, in parte o complessivamente, possiamo trovare nella maggior parte degli attuali synth a sintesi sottrattiva. A volte è possibile che sia presente un ulteriore parametro, collocato dopo l'Attacco denominato “**H**” (**Hold**) (inviluppo AHDSR). In questo caso il nuovo elemento definisce un tempo di mantenimento del livello massimo raggiunto dall'Attacco, prima che inizi la fase di Decay. Possiamo anche riscontrare l'ADSR sotto forma numerica con indicazione di tempo e livello (in questo caso si parla di *Inviluppo Multi Livello*). Ciò rende più precisa la curva d'inviluppo che vogliamo disegnare, ma ciò comporta anche un dispendio di energie e di tempo di programmazione che rimandiamo, come analisi, al prossimo appuntamento della rubrica.

Prova 3:

per il momento provate semplicemente ad impostare diversi valori (A=0-50%, D=70-20%, S=100-10%, R=0-30%) per ascoltare le diverse evoluzioni del suono.

Conclusioni

Chiudiamo questa prima puntata dedicata all'uso della sintesi sottrattiva, sperando di aver dato un'idea abbastanza chiara di quali sono i parametri più importanti su cui operare, nel caso in cui volessimo modificare il nostro suono di base, con cognizione di causa. L'idea è appunto quella di dare chiarezza ai tanti parametri che spesso affollano la grafica dei synth e che spesso, solo nelle mani dei più esperti permettono di ottenere risultati mirati in poco tempo. Nel prossimo incontro prenderemo di mira i singoli moduli definendo più nei particolari le voci ed i termini riscontrabili in essi.

Lo faremo, magari, prendendo d'esempio uno o più synth tra quelli più conosciuti ai più, a cui comunque vi potrete rapportare per programmare il vostro sintetizzatore preferito. Per il momento vi saluto e vi ricordo che una porta della redazione resta sempre aperta per eventuali richieste o suggerimenti.



Fig. 15