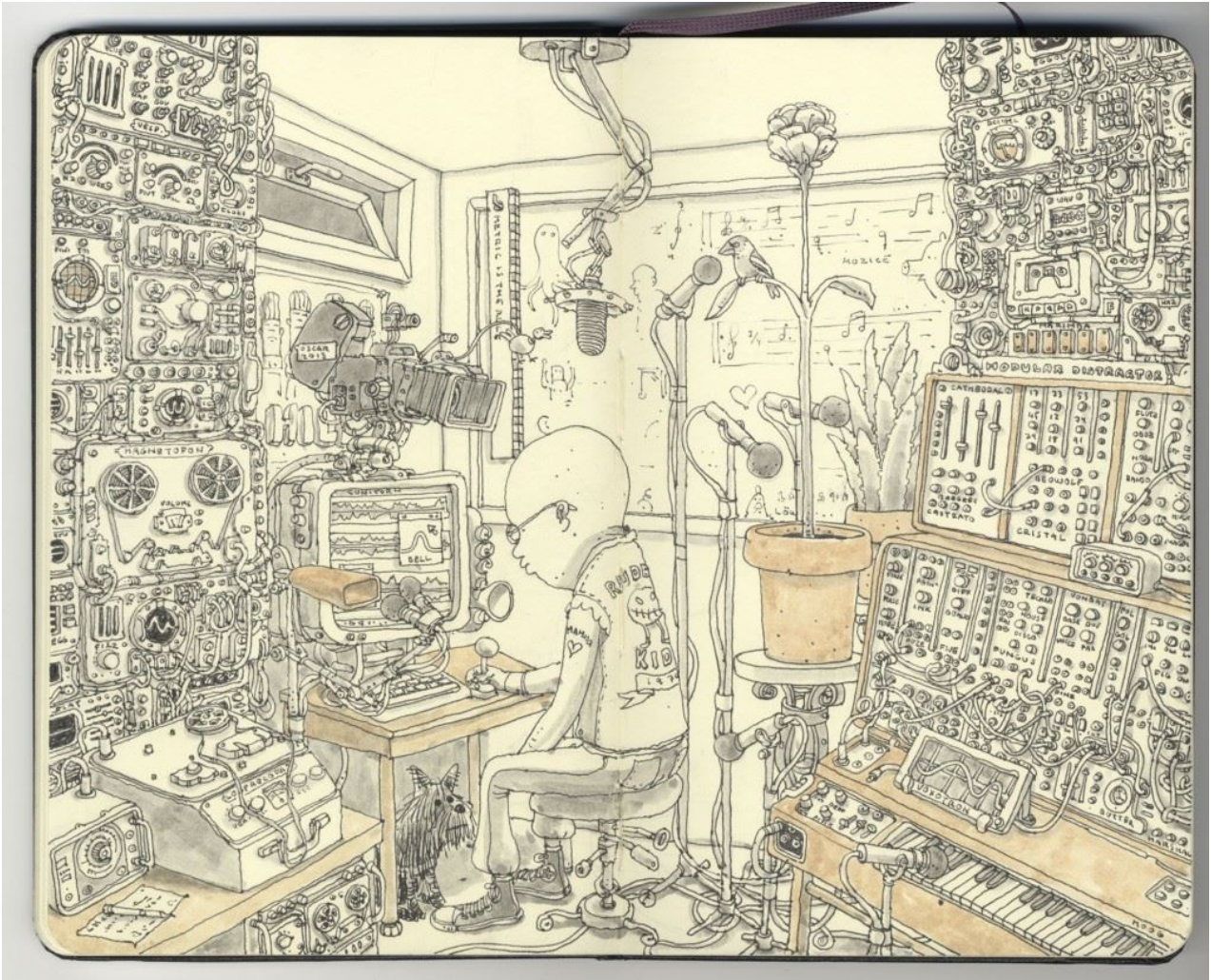


Appunti di Sintesi Sottrattiva

By Carlo Castellano

Il sintetizzatore è uno strumento musicale che appartiene, per definizione, alla famiglia degli elettrofoni. È uno strumento in grado di sintetizzare suoni sfruttando dei parametri modificabili da un utente. È comunemente associato al concetto di tastiera in quanto in commercio la maggior parte dei sintetizzatori è in effetti una tastiera.



Picture by Mattias Adolfsson (<http://mattiasinks.tumblr.com/>)

Architettura interna

All'interno del sintetizzatore possiamo dividere le varie sezioni in quattro categorie:

- **Sorgenti Sonore**, sono gli elementi che generano il suono: oscillatori, il generatore di rumore o anche un eventuale ingresso per segnali esterni.
- **Modificatori per le Sorgenti Sonore**, sono gli elementi utilizzati per alterare le sorgenti sonore: filtri, amplificatori, mixer, ecc...
- **Sorgenti di Controllo**, sono gli elementi, interni o esterni alla struttura di sintesi, che permettono di pilotare il comportamento delle sorgenti sonore: il controller più banale per un sintetizzatore è la tastiera musicale.

• **Modificatori per le Sorgenti di Controllo**, come per i Modificatori per le Sorgenti Sonore, questi ultimi permettono di alterare il comportamento dei controllers: il glide agisce, di fatto, sul comportamento della tastiera.

È importante però non affezionarsi troppo a queste definizioni in quanto molto spesso è possibile scambiare i ruoli operativi di ogni componente. Ad esempio, un filtro portato all'autoscillazione può essere utilizzato come sorgente sonora.

Sintesi

sintesi [sin-te-si] s.f.inv.

1. Compendio, riassunto, fusione di elementi diversi in un tutto unico
2. Formazione di composti a partire dagli elementi o da composti più semplici (chimica)

Per sintesi sonora si intende il processo di creazione del suono. Nello specifico, questo processo è mediato dall'utilizzo di apparecchi generalmente elettronici come sintetizzatori hardware o software. È possibile, però, integrare in questa definizione anche strumenti non elettronici come ad esempio l'organo (strumento musicale della famiglia degli aerofoni) il quale permette di creare sonorità diverse grazie all'utilizzo dei diversi registri. Volendo azzardare, possiamo inoltre paragonare la sintesi sonora all'orchestrazione. Queste due discipline infatti hanno come scopo la creazione di sonorità. È possibile vedere quindi anche l'orchestra come un enorme sintetizzatore (additivo) controllato dall'orchestratore.

Esistono molti tipi di sintesi, i più comuni e utilizzati in ambito musicale sono: sintesi sottrattiva, sintesi additiva, sintesi per modulazione di frequenza (FM), sintesi granulare, sintesi per modelli fisici ecc...

Sintesi Sottrattiva

La sintesi sottrattiva è sicuramente la più utilizzata dai sintetizzatori (hardware e software) commerciali e non. È spesso direttamente collegata al concetto di sintesi analogica perchè la maggior parte dei synth analogici utilizzano questo metodo di generazione sonora.

Lo schema base della sintesi sottrattiva è il seguente: **Oscillatore -> Filtro -> Amplificatore**.

In sostanza si parte da una sorgente sonora (generalmente ricca di armoniche), si filtra il contenuto e si controlla l'ampiezza del segnale (il volume) nel corso del tempo.

Oscillatori

L'oscillatore è la principale sorgente sonora di un sintetizzatore. Esso genera continuamente forme d'onda. La velocità con la quale l'oscillatore genera ogni ciclo di una forma d'onda è ciò che noi percepiamo come pitch. L'oscillatore è spesso etichettato con VCO (Voltage Controlled Oscillator), DCO (Digitally Controlled Oscillator), Waveform o addirittura Sample nel caso di un ROMpler/Sampler.

Per **forma d'onda** si intende la rappresentazione grafica di un segnale rispetto a due grandezze: Ampiezza/Voltaggio (verticale) e Tempo (orizzontale).

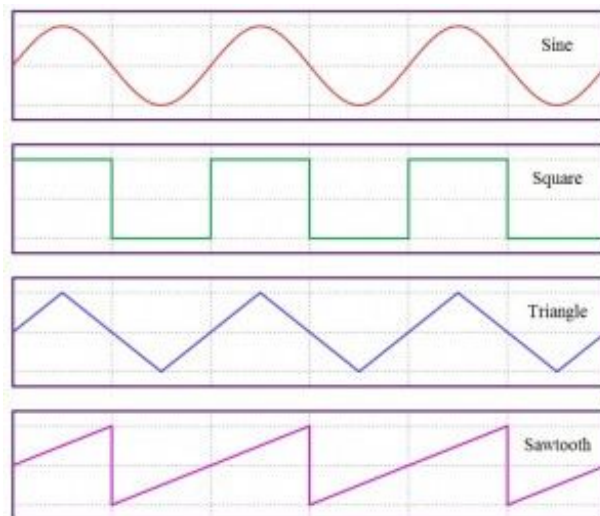
La forma d'onda, nella sintesi sottrattiva, è il materiale di base con cui si definisce il segnale definitivo. Ad ogni forma d'onda corrisponde un diverso profilo grafico, quindi un contenuto armonico diverso, cioè un suono diverso.

Le forme d'onda più comuni sono: *sinusoide, triangolare, dente di sega, quadra/impulso*.

In inglese: *sine, triangle, sawtooth, square/pulse*.

La sinusoide è la forma d'onda più semplice in termini di contenuto armonico. È composta da una sola armonica, la fondamentale. In teoria è possibile creare qualsiasi forma d'onda semplicemente sommando più sinusoidi con frequenza ed ampiezza diverse. Viceversa possiamo scomporre qualsiasi forma d'onda in più sinusoidi seguendo la serie degli armonici naturali che è la seguente: fondamentale, ottava, quinta, ottava, terza, quinta, settima minore, ottava, nona ecc...

La serie degli armonici naturali viene rappresentata anche con F, 2F, 3F, 4F, 5F, 6F, 7F, ecc...



Sinusoide: Una sola armonica, la fondamentale.

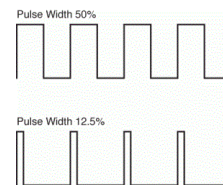
Quadra: Contiene solo armoniche dispari con attenuazione delle ampiezze in modo lineare.

Triangolare: Contiene solo armoniche dispari ma con ampiezza che decresce in modo esponenziale.

Dente di sega: Contiene tutte le armoniche con andamento inversamente proporzionale al loro numero progressivo.

Per quanto riguarda la forma d'onda impulsiva il discorso è un po' più complesso.

L'alternanza fra fase positiva e fase negativa può avere un determinato rapporto. Una pulse con rapporto di 1:1 per la fase positiva e la fase negativa è detta pulse 50% e, di fatto, rappresenta una forma d'onda quadra (square). Cambiando questo rapporto, espresso come abbiamo visto in percentuale, possiamo avere diversi valori, quindi forme d'onde diverse, quindi un contenuto armonico diverso: un suono diverso.



Al di là della teoria è importante familiarizzare molto con le sonorità delle singole forme d'onda:

Filtri

Un filtro serve a rimuovere frequenze dalla forma d'onda alterandone quindi il timbro. Come per gli oscillatori, un filtro in un sintetizzatore può essere chiamato VCF (Voltage Controlled Filter) o DCF (Digitally Controlled Filter). Esistono vari tipi di filtri e sono etichettati in base alla funzione che svolgono. Il filtro più comune utilizzato nella sintesi sottrattiva è il filtro passa-basso (LPF, low-pass filter), che filtra, ovvero esclude, le frequenze al di sopra di un certo punto detto punto di taglio o frequenza di taglio (**Cutoff**).

Il modo in cui un filtro esclude certe frequenze non è brusco bensì graduale. La rapidità (slope) con cui il segnale filtrato decade è espressa mediante il rapporto dB/Oct, ovvero misurando quanti dB di attenuazione vengono applicati in un intervallo di ottava (calcolato a partire dalla frequenza di taglio). Ad esempio, con un filtro a 6 dB/Oct, impostando il Cutoff su 220Hz, avremo un'attenuazione di 6dB a 440Hz, 12 dB a 880Hz e così via. Il filtro a 6 dB/Oct viene definito come un "filtro del primo ordine" e, utilizzando un termine mutuato dalla pratica ingegneristica, si identifica con un polo. Un filtro a 2 poli sarà un filtro a 12 dB/Oct, un filtro a 4 poli sarà un 24 dB/Oct ecc...

In realtà, volendo essere pignoli, il Cutoff rappresenta il punto in cui il filtro ha già iniziato ad attenuare il segnale di 3dB, quindi un filtro a 24dB/Oct effettuerà un'attenuazione di 27dB all'ottava sopra il punto di taglio (ovvero al doppio della frequenza del punto di taglio).

La risonanza (**resonance**) è il fenomeno di auto oscillazione del filtro. Il circuito del filtro passa-basso (ma anche quello del filtro passa-alto) prevede un percorso di feedback, cioè consente di rinviare nuovamente parte del segnale, già filtrato, all'ingresso del filtro. Questo ricircolo enfatizza una ristretta banda di frequenze attorno al cutoff attenuando però le frequenze nelle vicinanze. Aumentando la quantità di segnale nel percorso di feedback il filtro reagirà entrando in auto oscillazione. Il filtro quindi emetterà una sinusoide alla frequenza del punto di taglio (cut-off).

In dettaglio, i filtri influenzano la fase del segnale passante. In un filtro passa basso, per esempio, questo processo rotazione della fase inizia con le frequenze più basse e culmina in torno alla frequenza di taglio con una totale rotazione di 180°. Con la resonance, parte del segnale uscente dal filtro viene rinviata all'ingresso del filtro ma con polarità invertita. Di conseguenza avremo un'attenuazione delle frequenze più basse e un aumento di ampiezza nelle frequenze intorno al punto di taglio.

I tipi di filtro più comuni che si trovano nei sintetizzatori sono: LP (low-pass), HP (high-pass), BP (band-pass), BR (band-reject).

Il comportamento del filtro HP è simile a quello già spiegato per il LP, semplicemente il filtro bloccherà le frequenze basse invece di quelle alte. Per quanto riguarda il filtro BP invece, possiamo vederlo come l'unione (in serie) di un filtro LP e HP, il risultato sarà che solo un range stabilito di frequenze rimarrà non bloccato dal filtro. L'esatto opposto avverrà per il filtro BR (unione in parallelo di un filtro LP e HP).

Amplificatore

L'amplificatore agisce come un semplice moltiplicatore. Un segnale in ingresso viene moltiplicato per determinato valore, per esempio il segnale di controllo di un potenziometro del volume.

L'amplificatore può avere due tipi di risposta: lineare o esponenziale. Nel primo caso il rapporto tra variazione di ampiezza e segnale di controllo è di 1:1, quindi ogni incremento nel segnale di controllo vede lo stesso incremento nel segnale d'uscita. Nel secondo caso, il rapporto sarà di 1:2, quindi ogni incremento del segnale di controllo prevede un raddoppio dell'ampiezza.

Segnali di Controllo

Esistono diversi elementi del sintetizzatore che mettono a disposizione una serie di parametri che consentono di pilotare le sorgenti sonore (o altri elementi del sintetizzatore).

L'**LFO** (Low Frequency Oscillator) è un oscillatore che lavora a basse frequenze (generalmente sotto i 20Hz) quindi non udibili da un essere umano. Fornisce un controllo ciclico, ovvero continuo nel tempo. Essendo un'oscillatore, è generalmente possibile sceglierne una forma d'onda, la frequenza (spesso indicata come rate o speed) e altri parametri come la fase della forma d'onda. Talvolta è anche presente un parametro delay che indica la quantità di attesa prima che l'LFO entri in funzione.

I **generatori di inviluppo** sono dei controlli formati da diversi parametri di tempo e ampiezza. Vengono etichettati con una sigla definita dalla quantità e dal nome degli stadi; i più comuni sono sicuramente gli inviluppi ADSR (Attack, Decay, Sustain, Release). La destinazione più comune per un inviluppo è sicuramente l'amplificatore e quindi il controllo del volume del segnale audio nel tempo, ma, come per gli LFO, le destinazioni possono variare e dipendono dalla struttura del sintetizzatore utilizzato.

Analizziamo un inviluppo ADSR sul volume nel momento in cui si preme un tasto della tastiera:

- **Attack**, è il tempo che il volume impiega ad arrivare da zero al suo valore massimo.
- **Decay**, è il tempo che il suono impiega a passare dal volume massimo (raggiunto durante la fase di attack) al volume di sustain.
- **Sustain**, è il volume che si mantiene dopo la fase di decay finché il tasto resta premuto.
- **Release**, è il tempo che il volume impiega ad arrivare dal valore di sustain a zero una volta rilasciato il tasto.

Negli ADSR semplici, è presente generalmente solo un parametro per ogni stadio, ovvero o tempo o volume (energia/valore). Esistono tuttavia inviluppi più complessi, con più stadi e con due valori per stadio (tempo e valore).

© 2015 [Age of Audio](#)

© 2015 [Age of Audio](#)