



# INFORMATICA MUSICALE

**UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CATANIA**  
**DIPARTIMENTO DI MATEMATICA E INFORMATICA**  
**LAUREA TRIENNALE IN INFORMATICA**  
**A.A. 2020/21**  
**Prof. Filippo L.M. Milotta**

**ID PROGETTO:** 0A

**TITOLO PROGETTO:** Chiptune Music

**AUTORE 1:** Carmelo Maria Pillera

La chiptune music è uno stile di musica elettronica che si distingue per l'uso di suoni generati o sintetizzati in tempo reale da un chip sonoro (*PSG, Programmable Sound Generator*) presente su macchine arcade vintage, home computer e console per videogames.

## Indice

<b>1. Obiettivi del progetto .....</b>	<b>2</b>
<b>2. Riferimenti Bibliografici .....</b>	<b>7</b>
<b>3. Argomenti Teorici Trattati .....</b>	<b>8</b>

## 1. Obiettivi del progetto

Il CSIRAC<sup>1</sup> (*Commonwealth for Scientific and Industrial Research Automatic Computer*), fu il primo computer digitale in grado di eseguire in pubblico musica in tempo reale, tramite un altoparlante e un piccolo circuito audio programmato da Geoff Hill, che consentiva la generazione di suoni con frequenza variabile. La data ufficiale sembrerebbe essere quella del 6/7 agosto 1951, in occasione della prima conferenza australiana sui computer (Conference of Automatic Computing Machines).

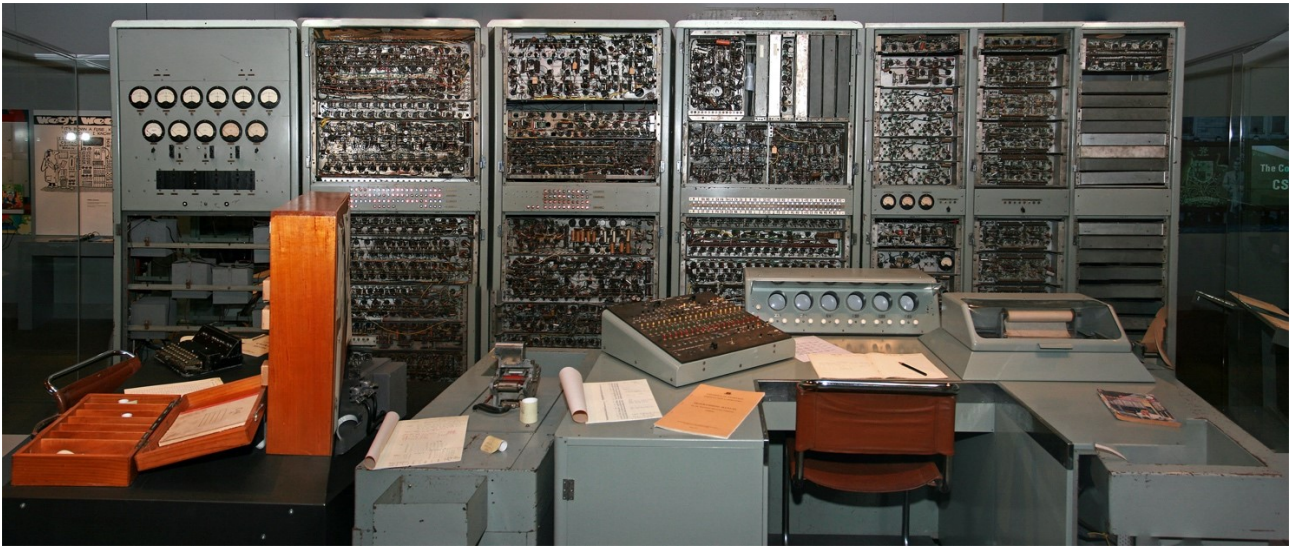


Figura 1: CSIRAC (o CSIR-MK1)

Nello stesso anno, nel set di istruzioni del Ferranti Mark 1 (versione destinata al commercio del Manchester Mark 1), venne implementato un comando che consentiva di fornire un feedback uditivo ai suoi operatori.

Tramite l'alterazione in altezza del suono generato dal Mark 1, venne realizzata dalla BBC la prima registrazione<sup>2</sup> conosciuta di musica generata al computer: un medley che includeva "God Save The King", "Baa Baa Black Sheep" e "In The Mood".

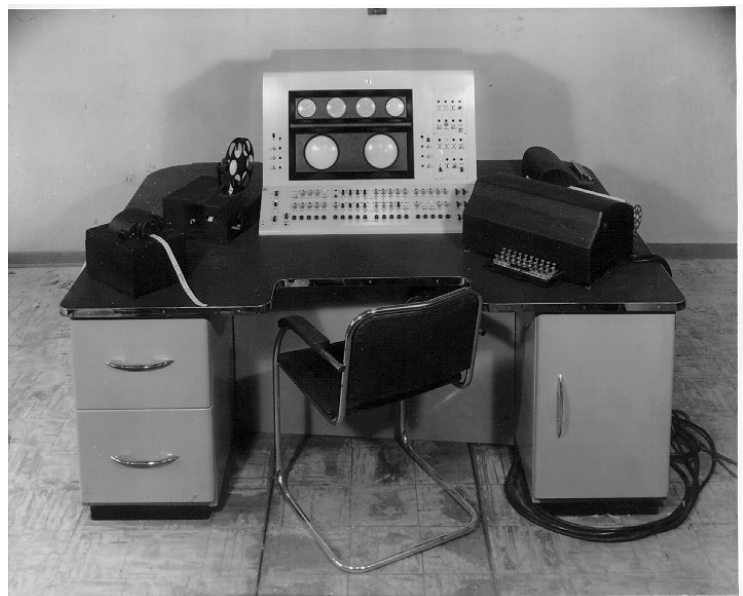


Figura 2: Ferranti Mark 1

<sup>1</sup> Paul Doornbrush, *The Music of CSIRAC*, Common Ground, 2005.

<sup>2</sup> [Ferranti Mark 1 recorded by BBC.](#)

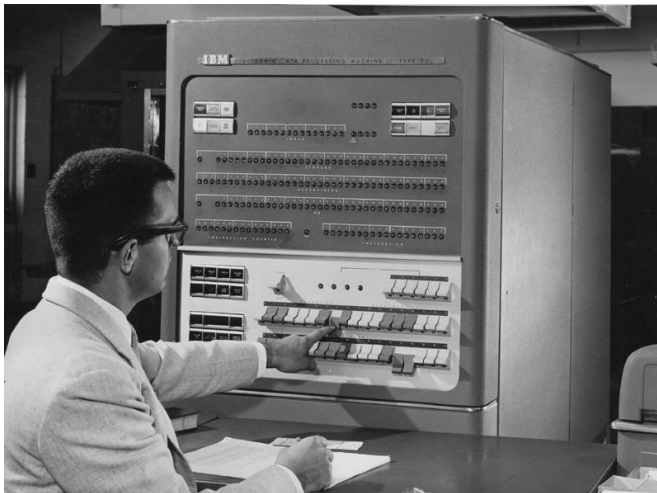


Figura 3: IBM 704

Nel 1957 nei Bell Labs, Max Mathews scrisse MUSIC, il primo programma, sviluppato in linguaggio macchina per IBM 704, che consentiva la generazione di un'unica onda sonora, su cui era possibile impostare esclusivamente i parametri di ampiezza, frequenza e durata. L'output veniva memorizzato su un nastro magnetico, successivamente sottoposto a conversione mediante un DAC.

Una raccolta dei migliori lavori realizzati da Matthews e dai suoi collaboratori su MUSIC I, MUSIC II e MUSIC III, fu curata direttamente dai Bell Labs e pubblicata nel 1962.<sup>3</sup>

Durante gli anni '70, per implementare funzionalità audio relativamente complesse a basso costo su dispositivi elettronici destinati al mercato consumer, vennero progettati e commercializzati i primi generatori di suoni programmabili (PSG), i quali lavoravano tramite la sintesi di impulsi base ed erano affiancati solitamente da un modulo dedicato al rumore (noise generator).



Figura 4: General Instrument AY-3-8910.



Figura 5: Gun Fight (1975).

Con la nascita delle console di seconda generazione, i videogames emersero come forma di intrattenimento popolare: nel 1975 venne pubblicato Gun Fight, uno dei primi titoli arcade a far uso della tecnologia PSG per riprodurre il tema principale: le melodie erano monofoniche, e riprodotte in loop.<sup>4</sup>

Il primo videogioco a presentare una colonna sonora dotata di un sottofondo continuo fu Space Invaders (1978) della Taito Corp.<sup>5</sup>

La prima colonna sonora videoludica a contenere un sottofondo continuo e melodico fu quella di Rally-X della Namco (1980).<sup>6</sup>

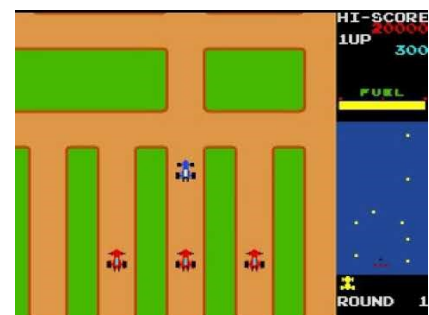


Figura 6: Rally-X (1980).

<sup>3</sup> [Music From Mathematics \(Played By IBM 7090\), Decca, Bell Labs, 1962.](#)

<sup>4</sup> [Gun Fight Theme.](#)

<sup>5</sup> [Space Invaders Theme.](#)

<sup>6</sup> [Rally-X Theme.](#)





Figura 7: Commodore 64

Il Commodore 64 implementava al suo interno il MOS VIC-II, un microprocessore usato per generare la grafica, e il MOS 6581/8580 SID (Sound Interface Device): ideato dall'ingegnere Robert Yannes, il SID era un circuito integrato a segnale misto, in cui tutte le porte di controllo erano digitali, e le porte di uscita analogiche.

Consentiva di utilizzare indipendentemente i 3 canali su 8 ottave in quattro forme d'onda base (limite da 16 a 4000 Hz), con un notevole passo avanti rispetto al passato nel controllo dell'altezza del suono (65536 gradazioni di pitch, rispetto ai 256 dei primi PSG), inoltre si avvaleva di tre modalità di filtro che potevano essere combinate tra di loro (low-pass, high pass e band-pass) e beneficiava di un avanzato controllo dell'ADSR, separato per ogni canale.



Figura 8: a sinistra un SID 8580, a destra un SID 6581.

Grazie alle sue avanzate potenzialità grafiche e sonore, il Commodore 64 diede un importante contributo alla nascita della sottocultura informatica conosciuta come demoscene: diversi programmatori su Commodore 64, come Rob Hubbard, David Whittaker e Martin Galway, esplorarono le capacità musicali del SID, con l'intento di creare musica per videogames. A causa della mancanza di software avanzato per la composizione musicale, molte soundtrack dei videogiochi vennero estratte e distribuite tra gli hobbysti per essere riutilizzate, sotto forma di miniprogrammi indipendenti dal videogioco d'origine.<sup>8</sup>



Figura 9: 64'er, ottobre 1986



In seguito, numerosi gruppi appartenenti alla demoscene, iniziarono a realizzare la propria musica, scrivendo o modificando programmi già esistenti: Soundmonitor, di Chris Hulsbeck, fu uno dei primi software musicali per Commodore 64, il codice, di 11 kB, venne stampato e distribuito in una rivista tedesca di informatica chiamata "64'er".<sup>9</sup> La disponibilità di nuovi software rese possibile ad un più ampio uditorio di possessori di computer di comporre musica sfruttando il chip musicale SID.

<sup>7</sup> [Guinness World Records](#)

<sup>8</sup> [The High Voltage SID Collection](#)

<sup>9</sup> [Soundmonitor \(1986\)](#)

Con i software per la nuova piattaforma Amiga, denominati “tracker”, si fece strada un nuovo tipo di musica con forti reminiscenze di quella preesistente per il SID del Commodore 64: questo tipo di musica venne chiamata “chiptune” o “chip music”. I primi esempi di tracker per chiptune risalgono al 1989, e si basano su forme d’onda in loop molto brevi modulate da effetti come arpeggio e vibrato.

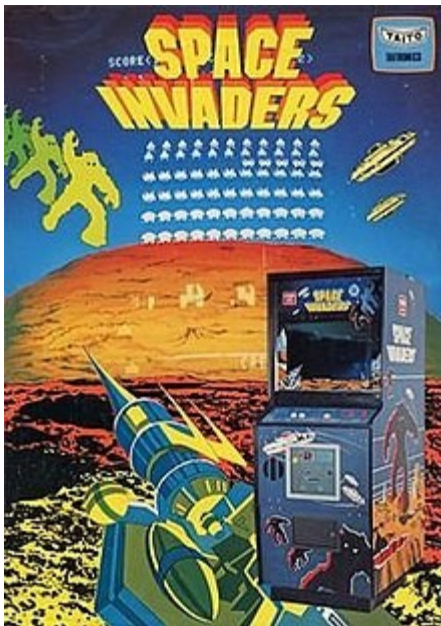


Figura 11: Space Invaders (1978).



Figura 10: Amiga ProTracker (1990)

Gli anni '80 furono il periodo di massimo splendore della musica chiptune, durante i quali videro la luce i primi dischi commerciali prodotti dal campionamento di suoni di giochi arcade (su tutti *Space Invaders* del 1978) come *Video Game Music*<sup>10</sup> e *Pac-Man Fever*<sup>11</sup>. Molti musicisti iniziarono a campionare suoni di videogames, e questi divennero in poco tempo uno degli elementi più utilizzati nella musica elettronica, e in altri generi come la techno e la musica house: nacquero brani come *Space Invaders*<sup>12</sup>, *On And On*<sup>13</sup> e *Testone*<sup>14</sup>.

Durante gli anni '90 la popolarità della chiptune iniziò a diminuire, da allora e fino agli anni 2000 la musica con chip venne raramente eseguita dal vivo, e le composizioni vennero quasi esclusivamente diffuse solo come programmi eseguibili per PC.

Durante gli anni 2000 si verificò una nuova ondata di chiptune music, nuovi artisti come Xinon, Nullsleep, Bit Shifter e Trash80, iniziarono a produrre nuova musica e ritornarono ad esibirsi dal vivo, utilizzando nuovi software su hardware inedito, come LittleSoundDJ per Game Boy.



Figura 12: Game Boy e Little Sound DJ

<sup>10</sup> [Video Game Music](#), Haruomi Hosono (1984).

<sup>11</sup> [Pac-Man Fever](#), Buckner and Garcia (1981).

<sup>12</sup> [Space Invaders](#), Player One (1979).

<sup>13</sup> [On And On](#), Jesse Saunders (1984).

<sup>14</sup> [Testone](#), Sweet Exorcist (1990).

Nello stesso periodo nacquero numerosi sottogeneri della chiptune music, tra cui il bitpop, un genere nato dalla fusione tra le sonorità pop di inizio decennio e i vecchi suoni prodotti da chip musicali: moltissimi artisti mainstream, tra cui Beck<sup>15</sup>, The Killers<sup>16</sup>, Kesha<sup>17</sup>, 50 Cent<sup>18</sup> Eminem<sup>19</sup>, inserirono con successo il bitpop all'interno di produzioni pop tradizionali.



Figura 13: The Killers, Hot Fuss (2004)



Figura 14: Domo Loves Chiptune (2015).

Nel settembre 2015 è stata rilasciata, su tutti i servizi di streaming musicale "Domo Loves Chiptune", una raccolta dei migliori brani chiptune composti dagli artisti più influenti degli ultimi anni, tra cui Anamanaguchi, goto80 e Disasterpeace.

Attualmente, molti appassionati continuano a produrre musica chip: per preservare il suono autentico del chip, si preferisce acquistare vecchio hardware e utilizzare SID vintage rispetto ai moderni emulatori software, favorendo così la compravendita di hardware usato.

Negli Stati Uniti, ogni anno durante il Super MAGFest (Music And Gaming Festival), una convention che ospita una serie di eventi legati al mondo dei videogiochi, viene allestito un luogo continuo chiamato ChipSpace, in cui si esibiscono i più importanti artisti chiptune e in cui anche i partecipanti alla comunità chiptune possono eseguire la loro musica.



Figura 15: ChipSpace, Super MAGFest 2017

Un esempio di emulatore SID è disponibile [qui](#).

<sup>15</sup> [Girls](#), Beck (2005).

<sup>16</sup> [On Top](#), The Killers (2004).

<sup>17</sup> [Tik Tok](#), Kesha (2010).

<sup>18</sup> [Ayo Technology](#), 50 Cent (2007).

<sup>19</sup> [Hellbound](#), Eminem (2004).

## 2. Riferimenti Bibliografici

- <https://it.wikipedia.org/wiki/Chiptune>
- <https://www.retrogaminghistory.com/articles/rubriche/music-corner/229640-cenni-di-storia-della-chip-music-capitolo-1#post19624>
- [https://en.wikipedia.org/wiki/List\\_of\\_sound\\_chips#Programmable\\_sound\\_generators\\_\(PSG\)](https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_sound_chips#Programmable_sound_generators_(PSG))
- <https://www.musicainformatica.it/argomenti/csirac.php>
- [https://en.wikipedia.org/wiki/Golden\\_age\\_of\\_arcade\\_video\\_games](https://en.wikipedia.org/wiki/Golden_age_of_arcade_video_games)
- <https://super.magfest.org/>
- [https://it.wikipedia.org/wiki/MOS\\_SID](https://it.wikipedia.org/wiki/MOS_SID)



### 3. Argomenti Teorici Trattati

Tra le caratteristiche salienti del chip MOS SID 6581/8580 ricordiamo:

- 3 canali audio indipendenti e programmabili, con un suono a 8 ottave e un limite da 16 a 4000 Hz (da Do0 a Si7);
- 4 diverse onde per gli oscillatori audio (dente di sega, triangolare, quadra e rumore pseudocasuale);
- 3 filtri sonori (passa basso, passa alto e passa banda);
- Sincronizzazione degli oscillatori;
- 2 convertitori a 8 bit dall'analogico al digitale.
- Controllo avanzato dell'ADSR.

In acustica, una delle caratteristiche salienti delle onde sonore è la forma d'onda stessa, in quanto rende possibile la distinzione tra suoni che oscillano con uno schema ripetitivo nel tempo, e suoni di natura caotica, che non mostrano schemi ripetitivi.

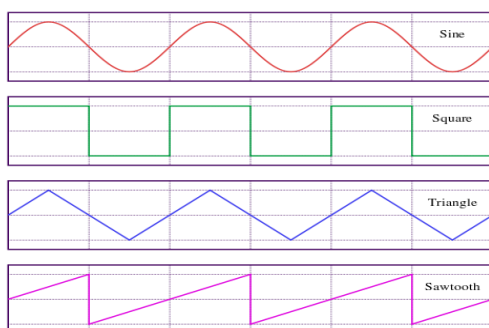


Figura 16: Forme d'onda sinusoidale, quadra, triangolare e a dente di sega

I suoni del primo tipo vengono chiamati “toni”: alcuni toni possono essere descritti da equazioni matematiche semplici e possono essere riprodotti a diverse altezze.

I suoni composti da una singola onda sinusoidale prendono il nome di toni puri, e il loro spettro contiene una sola frequenza. (Definiamo le armoniche di un tono puro, toni puri con frequenza multipla).

In natura, tuttavia, sono molto più presenti i toni complessi, suoni composti dalla somma di più sinusoidi. Il loro spettro contiene più di una frequenza.

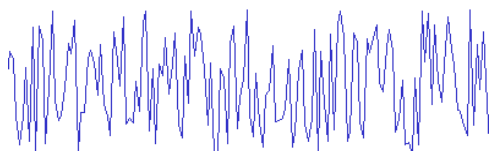


Figura 17: Rumore

I suoni di natura caotica, a causa della mancanza di uno schema chiaramente ripetitivo, vengono definiti “rumori”.

Il rumore bianco è un particolare tipo di rumore caratterizzato dall'assenza di periodicità nel tempo e da ampiezza costante su tutto lo spettro di frequenze.



Definiamo *rumori colorati* le onde con componenti dello spettro ben note, prevalenti sulle altre.

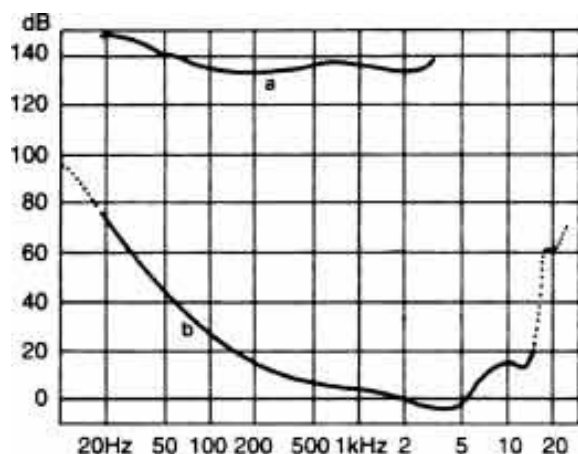
Ricordiamo:

- Rumore rosa, ha una prevalenza dell'ampiezza (e quindi dell'intensità) delle armoniche a bassa frequenza. Può essere ottenuto dal rumore bianco con un'apposita azione di filtro delle alte frequenze. L'intensità decresce nel passaggio da un'ottava all'altra come l'inverso della frequenza, ciò equivale ad un dimezzamento nel passaggio da un'ottava all'altra (in scala logaritmica equivale ad una attenuazione di 3 dB);
- Rumore marrone, segue la legge del moto Browniano, e rispetto al rumore rosa vi è un'accentuazione ancora maggiore della presenza di basse frequenze. L'intensità decresce, da un'ottava all'altra, come l'inverso del quadrato della frequenza (in scala logaritmica equivale ad una attenuazione di 6 dB);
- Rumore viola, è il complementare del rumore marrone, con una forte prevalenza dell'intensità delle alte frequenze. L'intensità cresce di 6 dB per ottava;
- Rumore blu, è il complementare del rumore rosa. Esso mostra una prevalenza delle alte frequenze con un incremento delle intensità di 3 dB per ottava. Viene ottenuto con un'azione di filtro delle basse frequenze;
- Rumore grigio, è un particolare tipo di rumore caratterizzato dall'assenza di periodicità nel tempo ed è sottoposto a una curva di filtro pari alla sensibilità psicoacustica in un preciso intervallo di frequenze. In questo modo si ha la percezione che il suono sia uguale a tutte le frequenze.

Un filtro passa basso è un sistema che permette il passaggio di frequenze al di sotto di una data soglia, detta frequenza di taglio, bloccando le alte frequenze. In elettronica può essere costituito da circuiti di diverso tipo, può essere di tipo attivo o passivo a seconda della presenza nel circuito di elementi attivi quali amplificatori oppure di soli componenti passivi. In base alla pendenza del taglio in frequenza, si può inoltre distinguere tra filtri passa basso di primo ordine (20 dB per decade), di secondo ordine (40 dB per decade), di terzo ordine (60 dB per decade) e così via.

Un filtro passa alto è un sistema che permette solo il passaggio di frequenze al di sopra di una data soglia, detta frequenza di taglio, bloccando le basse frequenze. In elettronica può essere costituito da circuiti di diverso tipo, può essere di tipo attivo o passivo a seconda della presenza nel circuito di elementi attivi quali amplificatori oppure di soli componenti passivi. In base alla pendenza del taglio in frequenza, si può inoltre distinguere tra filtri passa alto di primo ordine (20 dB per decade), di secondo ordine (40 dB per decade), di terzo ordine (60 dB per decade) e così via.

Un filtro passa banda è un dispositivo passivo che permette il passaggio di frequenze all'interno di un dato intervallo (detto banda passante) ed attenua le frequenze al di fuori di esso. I più semplici filtri passa banda sono formati dalla combinazione di un filtro passa basso e un filtro passa alto opportunamente dimensionati. Tra la frequenza di taglio inferiore e la frequenza di taglio superiore di una banda passante, si trova la frequenza di risonanza, in corrispondenza della quale il guadagno del filtro è massimo.



Il campo di udibilità è determinato dai valori limite di intensità e frequenza. Il limite inferiore per l'intensità (rappresentata in ordinate) è costituito dalla curva di soglia di udibilità; quello superiore dalla curva di soglia del dolore. I limiti per la frequenza (rappresentati in ascisse) sono dati, invece, da un valore inferiore, che oscilla tra i 15 e i 20 Hz e da un valore superiore che si aggira sui 20.000 Hz.

Le frequenze inferiori ai 16-20 kHz costituiscono gli infrasuoni; quelle superiori ai 16.000-20.000 Hz gli ultrasuoni.

L'involuppo descrive la variazione dell'ampiezza o del volume di un suono nel tempo.

I generatori di involuppo permettono il controllo delle diverse fasi del suono.

Il tipo più comune di generatore divide le fasi in quattro parametri, la cui evoluzione è determinata da una funzione:

- L'Attack è il tempo necessario che impiega il volume per passare da 0 al suo valore massimo;
- Il Decay, ovvero "decadimento", indica il tempo che impiega il suono a passare dal volume massimo al "Sustain";
- Il Sustain, il volume che si mantiene dopo la fase di "Attack";
- Release, in questa fase il volume ritorna a 0.

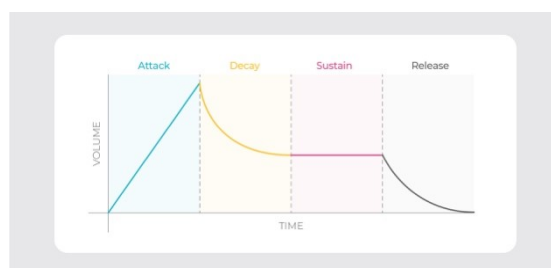


Figura 18: ADSR

La qualità "metallica", che caratterizza i suoni, generati dai primi generatori di suoni programmabili, deriva dalla forma dell'onda base, limitata nei primi chip audio alla "square-wave": in fase di Attack l'altezza passa da 0 al valore corrispondente alla nota desiderata, si mantiene alla stessa tonalità per il periodo richiesto (Sustain) e infine torna a 0 (Release). Caratteristica fondamentale è che le fasi risultano così non graduali ma istantanee.