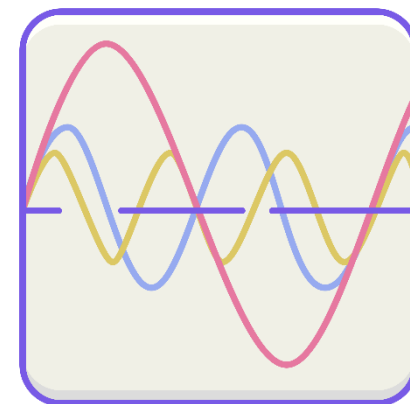




# Sintesi del suono granulare, per modulazione e per distorsione



*Mazzari Mattia*  
*Nasca Prospero*  
*Pachera Giovanni*



# Indice

- Sintesi del suono e campi di applicazione
- Tecnica lineare: sintesi granulare
- Granulazione dei suoni
- Tecniche non lineari: sintesi per modulazione
- Tecniche non lineari: sintesi per distorsione
- Espansori e compressori di dinamica



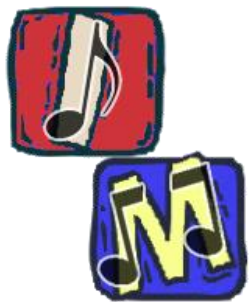
# Sintesi del suono e campi di applicazione

- La sintesi del suono riguarda la **generazione di suoni** mediante un ben preciso procedimento di calcolo. Nel caso di segnali numerici, viene utilizzata una **legge matematica** per calcolare il valore dei campioni che rappresentano il suono.
- Nota: il **suono digitale** è una successione di numeri, detti campioni.
- Le tecniche di sintesi utilizzano due **modelli** per rappresentare il suono: quello **di sorgente**, che simula con un mezzo informatico il naturale processo fisico di generazione del suono; quello **di segnale**, che modella la forma d'onda percepita dall'ascoltatore.



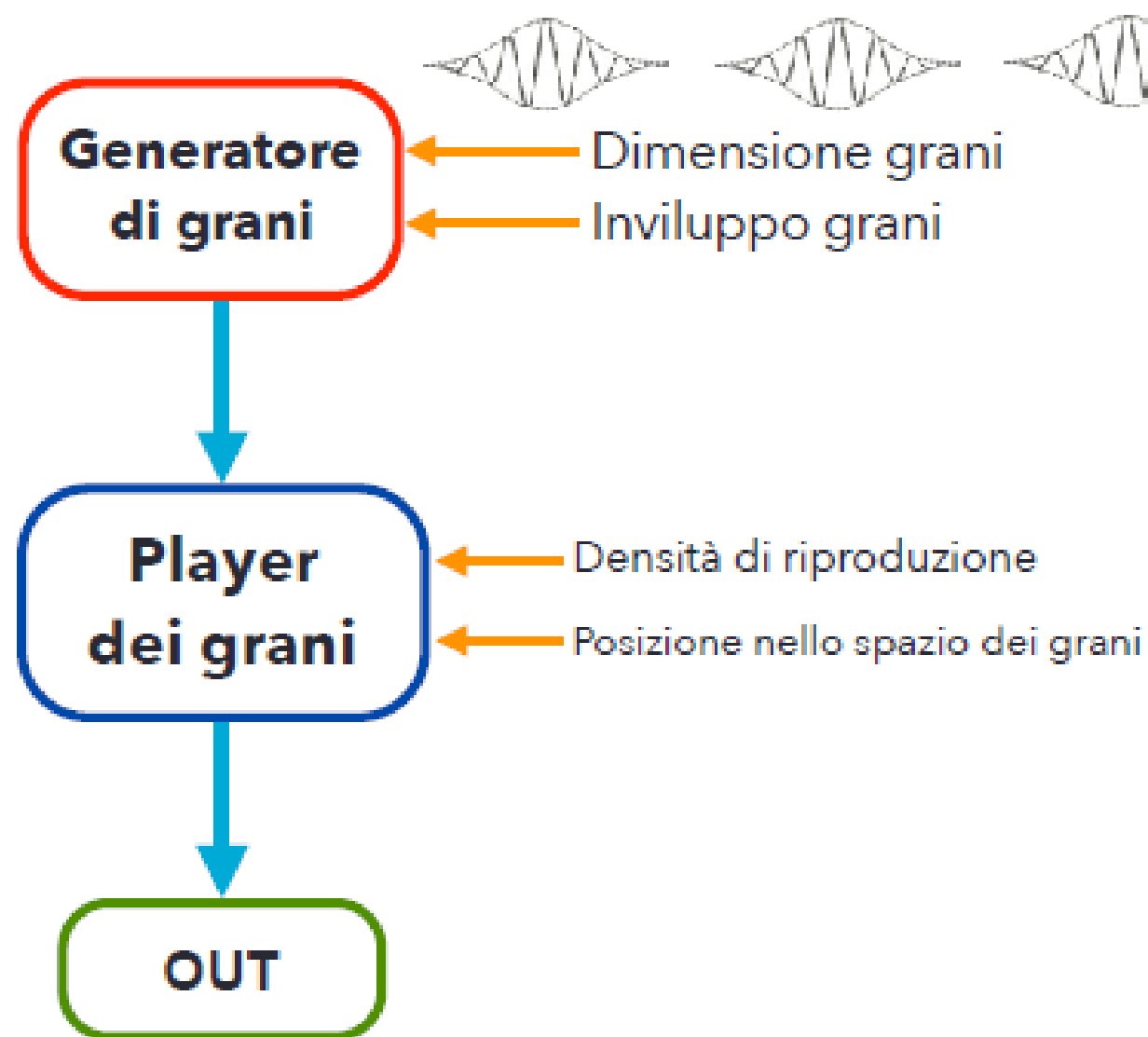
# Sintesi del suono e campi di applicazione

- I campi di applicazione più importanti sono la **simulazione dei suoni** prodotti dagli strumenti musicali tradizionali e la **generazione di suoni** rispetto alle esigenze del musicista durante la composizione di brani.
- I parametri del suono che possono essere gestiti sono l'**altezza**, l'**intensità**, la **durata**, il **timbro** e la **localizzazione spaziale**. Il modo in cui vengono combinati dipenderà dalla tecnica utilizzata.



# Tecnica lineare: sintesi granulare

- La sintesi granulare **si serve di più suoni elementari** per costruirne uno complesso. Ciò è possibile mediante una successione di suoni di breve durata chiamati **grani**.
- Durante la fase di riproduzione, possono essere impostati **diversi parametri**, tra cui: l'inviluppo, la densità dei grani, la posizione e la larghezza di banda della nuvola.

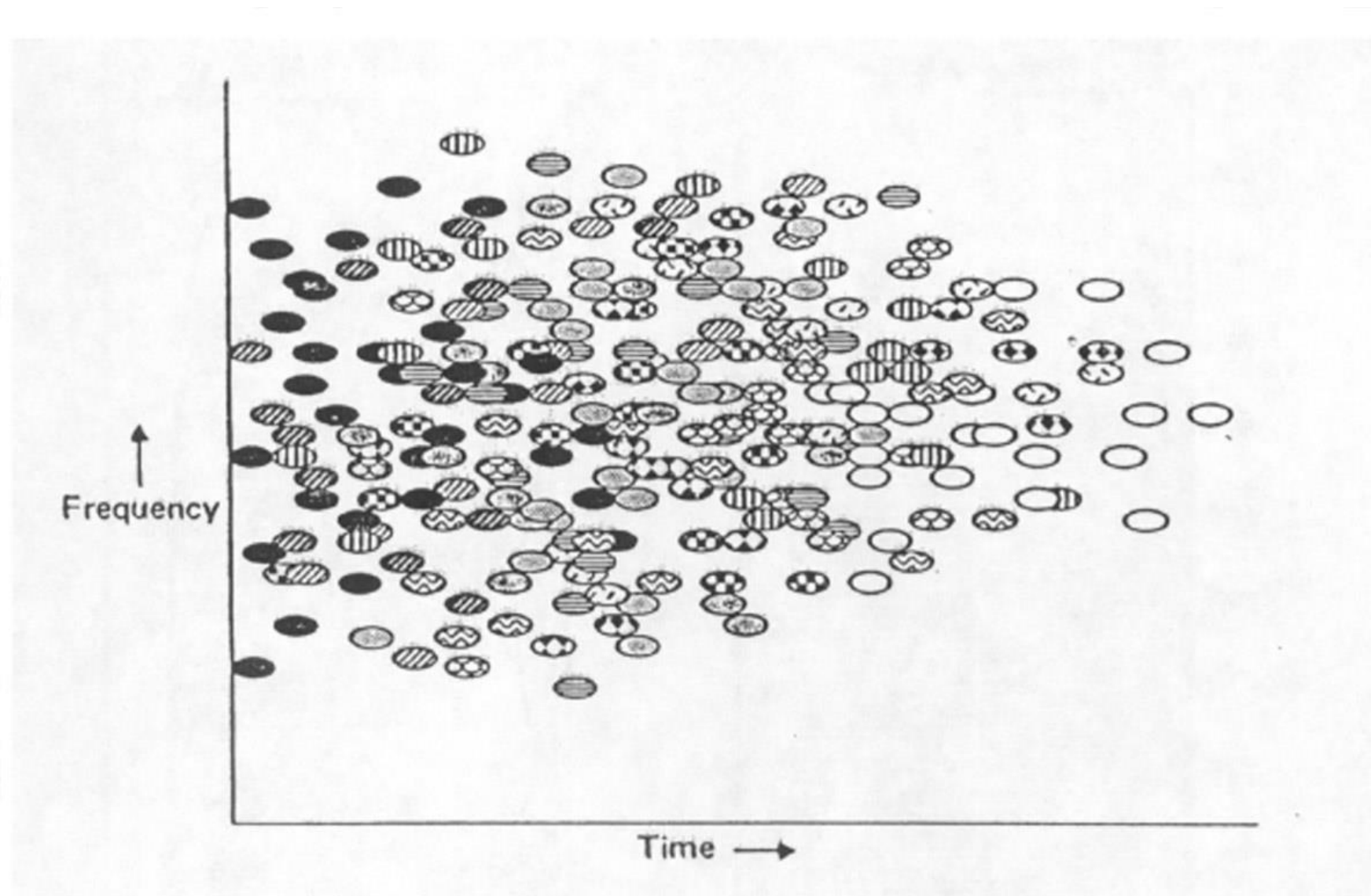


**Figura 1.1:** Schema concettuale che mette in evidenza le fasi principali del processo di sintesi granulare.





# Granulazione dei suoni



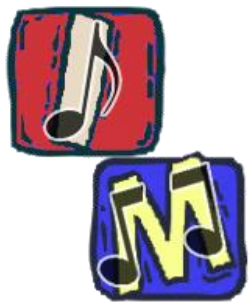
**Figure 1.2:** *Rappresentazione grafica di grani ricavati da sorgenti diverse e mescolati in modo aleatorio nel tempo.*

- *Esempio di sintesi granulare:* <https://www.youtube.com/watch?v=WaKTsjb3qUM>



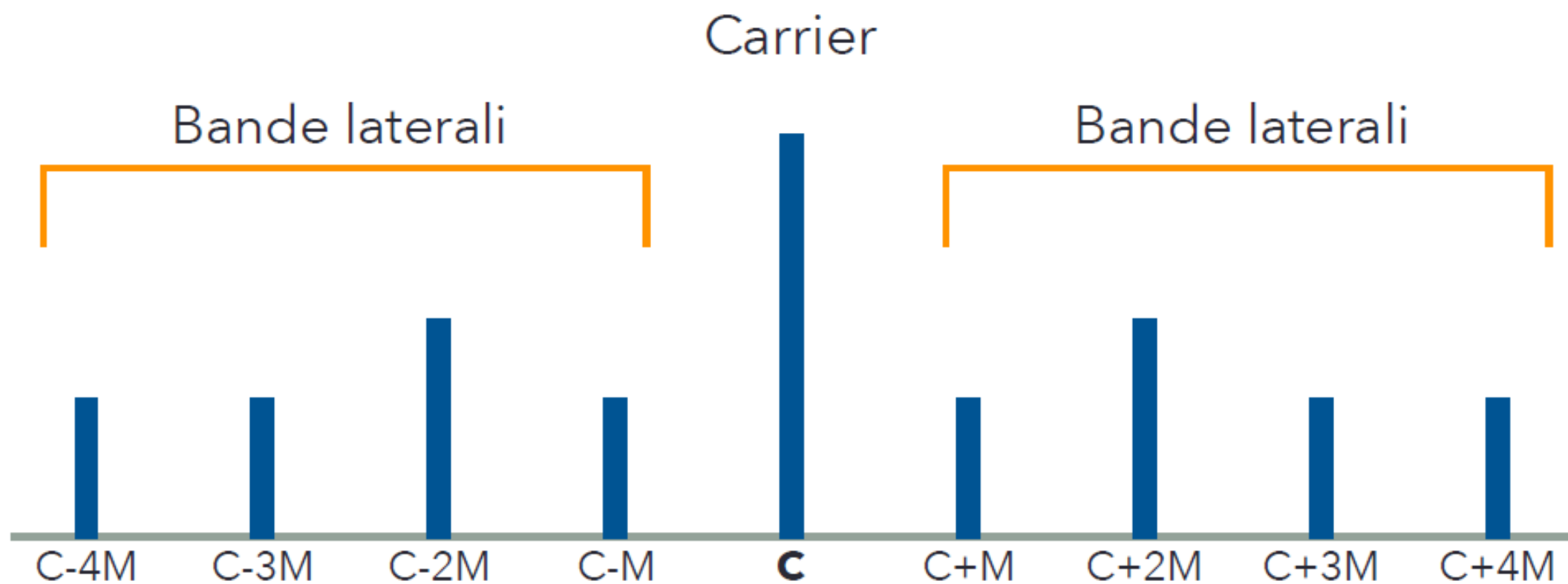
# Tecniche non lineari: sintesi per modulazione

- La sintesi per modulazione può avvenire in **ampiezza** e in **frequenza**: due segnali di controllo (modulanti) modificano periodicamente i segnali originali (portanti).
- Se il segnale modulante controlla l'ampiezza della portante, si possono avere due tipi di modulazione in ampiezza: quella ad anello (“**Ring Modulation**”, RM) e quella d'ampiezza (“**Amplitude Modulation**”, AM).
- *Esempio di sintesi per modulazione:*  
<https://www.youtube.com/watch?v=vvBl3YUBUyY>



# Tecniche non lineari: sintesi per modulazione

- Nella **modulazione in frequenza** (FM) la modulante modifica la frequenza della portante. La frequenza di  $C$  subisce delle variazioni, che renderanno il suono **più acuto** o **più grave**.
- La FM, rispetto ad AM e RM, permette di creare degli **spettri anche molto complessi** attraverso una tecnica di grande semplicità computazionale.



**Figura 1.3:** Una FM creata con 2 sinusoidi ( $C$ =carrier e  $M$ =modulante) crea una serie di bande laterali intorno a  $C$  multiple di  $M$ .





# Tecniche non lineari: sintesi per distorsione

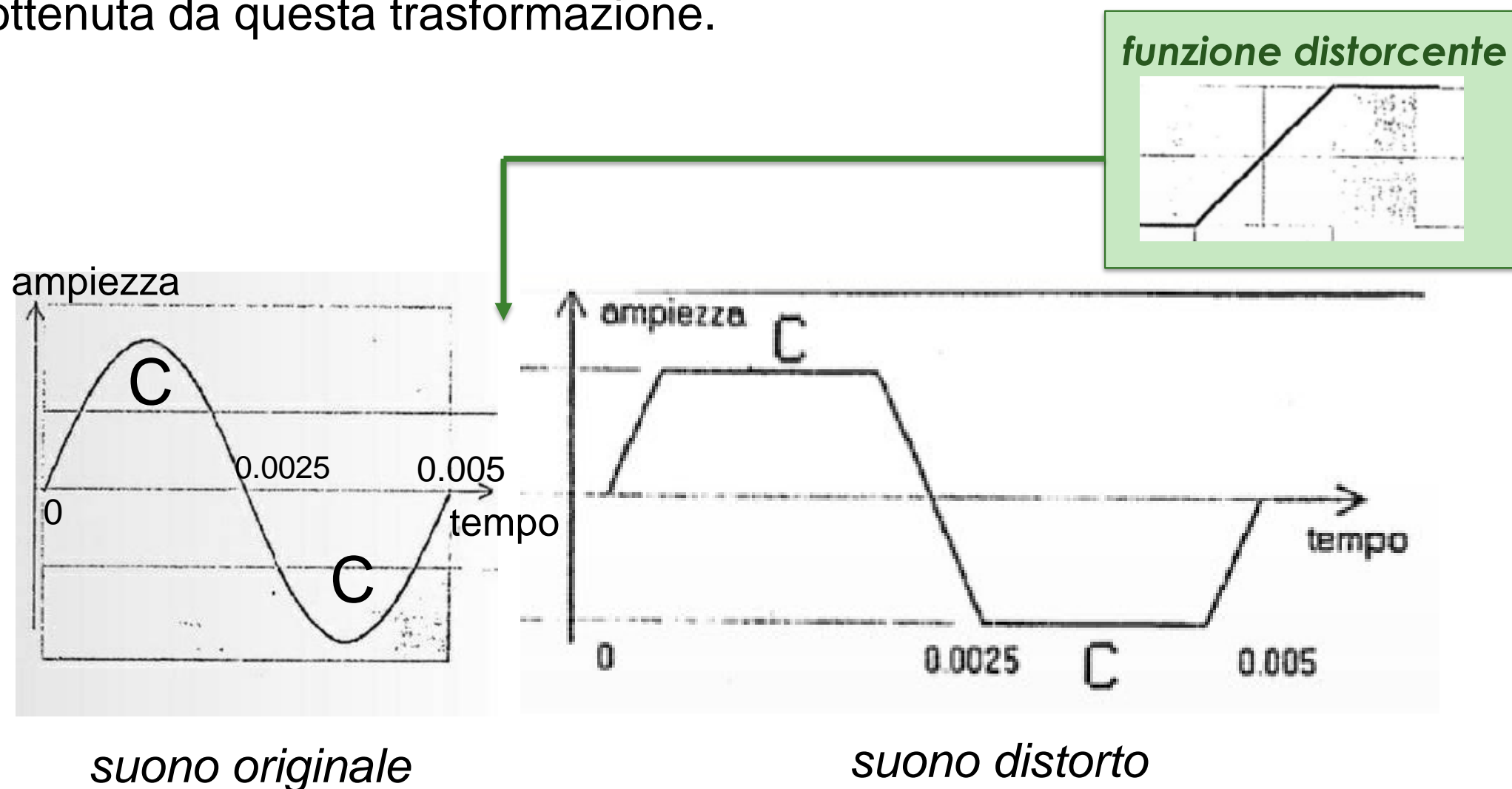
- La sintesi per distorsione (“**waveshaping**”) permette di **arricchire con diverse armoniche** il segnale di partenza, che viene fatto passare attraverso un **blocco distorcente**, in grado di creare altre componenti spettrali.
- La funzione distorcente dipende solo dal **valore istantaneo dell'ingresso** e, nel caso della sintesi, assume la seguente forma:
$$s(t) = F[x(t)] = F[I \cos(2\pi ft)]$$

- *Esempio di sintesi per distorsione:*  
<https://www.youtube.com/watch?v=cDwgGD4PsCM>



# Tecniche non lineari: sintesi per distorsione

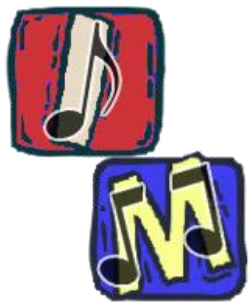
- Essa si applica attraverso **una tabella** con valori già calcolati: in corrispondenza dell'ampiezza del segnale in ingresso viene riportato il valore dell'ampiezza assunta dall'**uscita**, ottenuta da questa trasformazione.



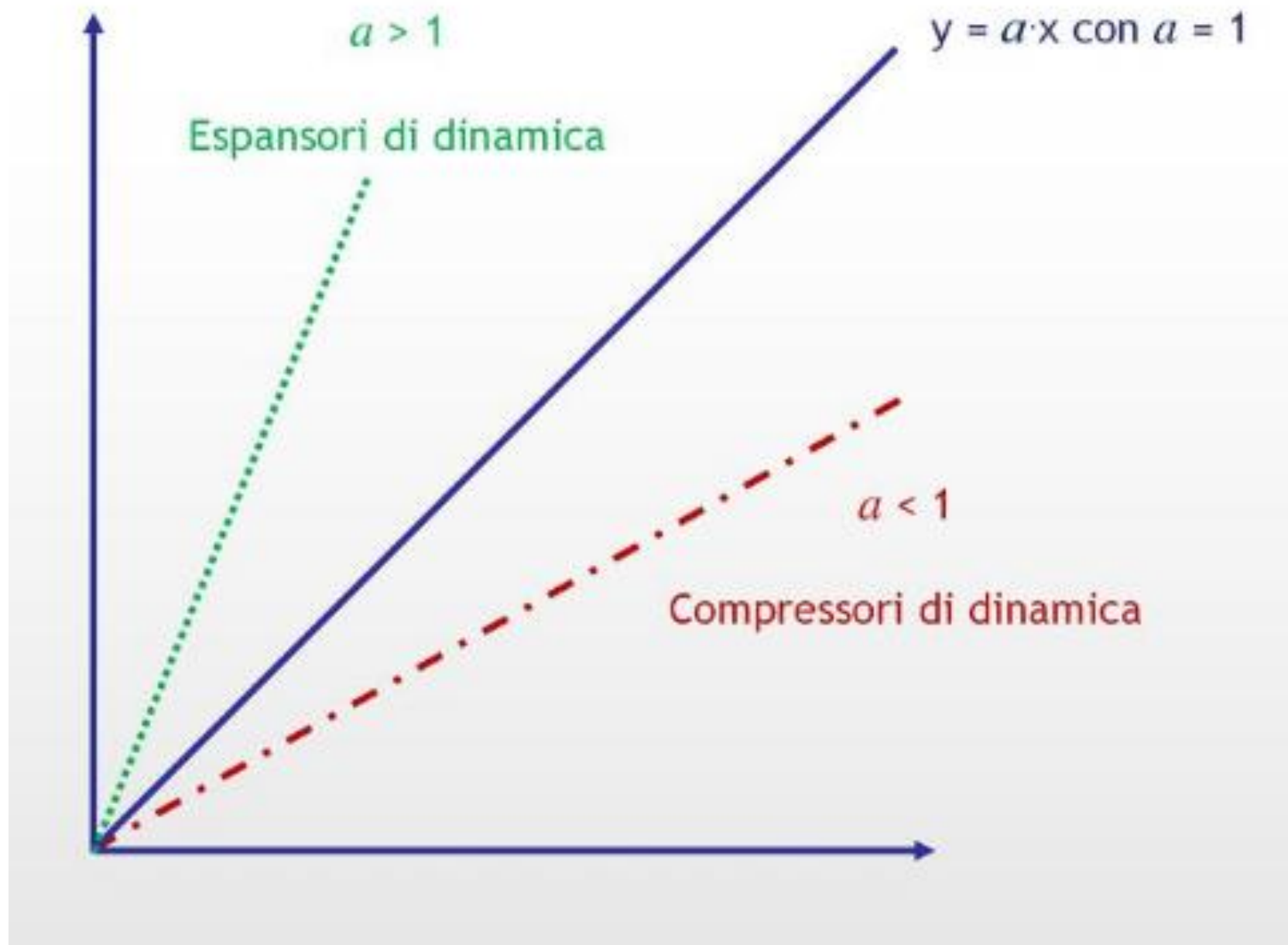


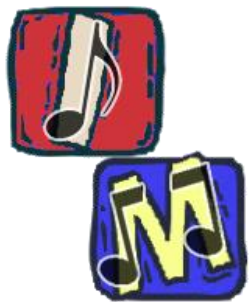
# Espansori e compressori di dinamica

- Se la funzione è del tipo:  $f(x) = ax$ , non si verifica alcuna distorsione: l'uscita avrà lo stesso andamento dell'ingresso, **a meno di un fattore moltiplicativo** (maggiore o minore di 1, cioè legato a espansori o compressori di dinamica).
- In questo caso, **viene meno il comportamento non lineare**: l'uscita viene incrementata o decrementata rispetto all'ingresso in **modo proporzionale**.



# Espansori e compressori di dinamica





# Conclusioni

- In conclusione, è possibile affermare che la sintesi sonora rappresenta **uno strumento molto potente** per creare un suono, a partire da leggi matematiche ben precise.
- In base all'effetto che si vuole ottenere a partire da un certo segnale in ingresso, si opterà per **tecniche di sintesi lineari o non lineari**, tenendo a mente che le trasformazioni non lineari sono capaci di **alterare in gran misura** la forma d'onda di partenza.



**GRAZIE PER L'ATTENZIONE**