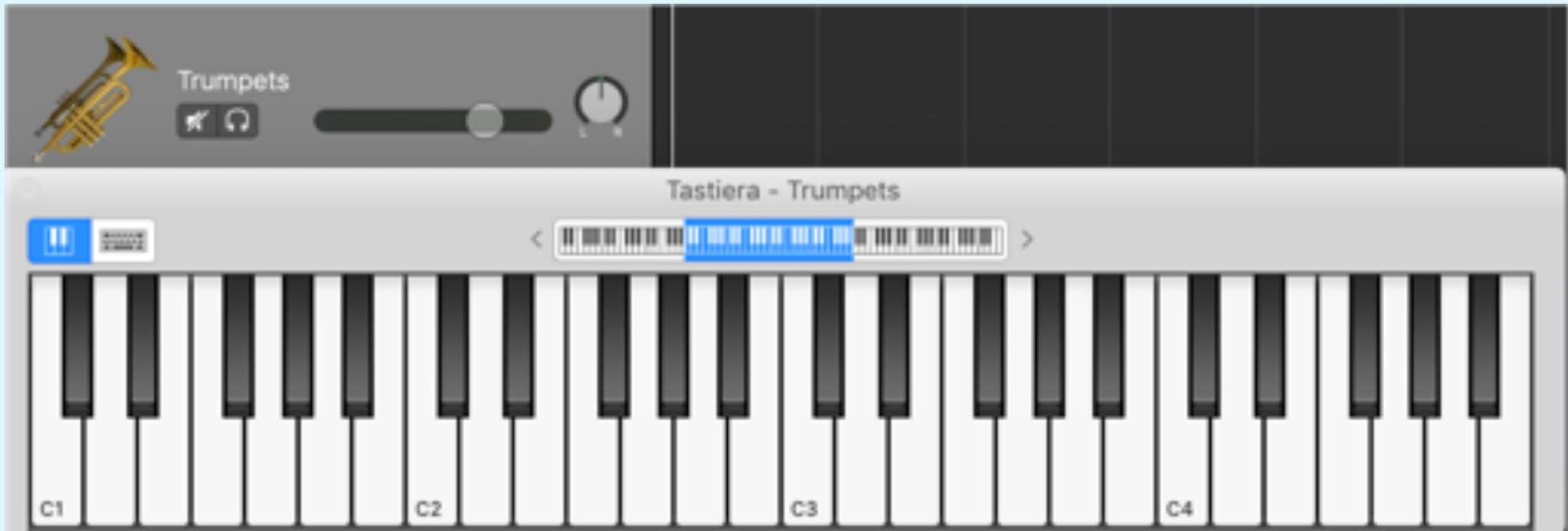


Musica e serie di Fourier

Dal suono alla musica

Passiamo dal suono alla musica con l'aiuto di una tastiera musicale virtuale



Intensità di un suono nella musica

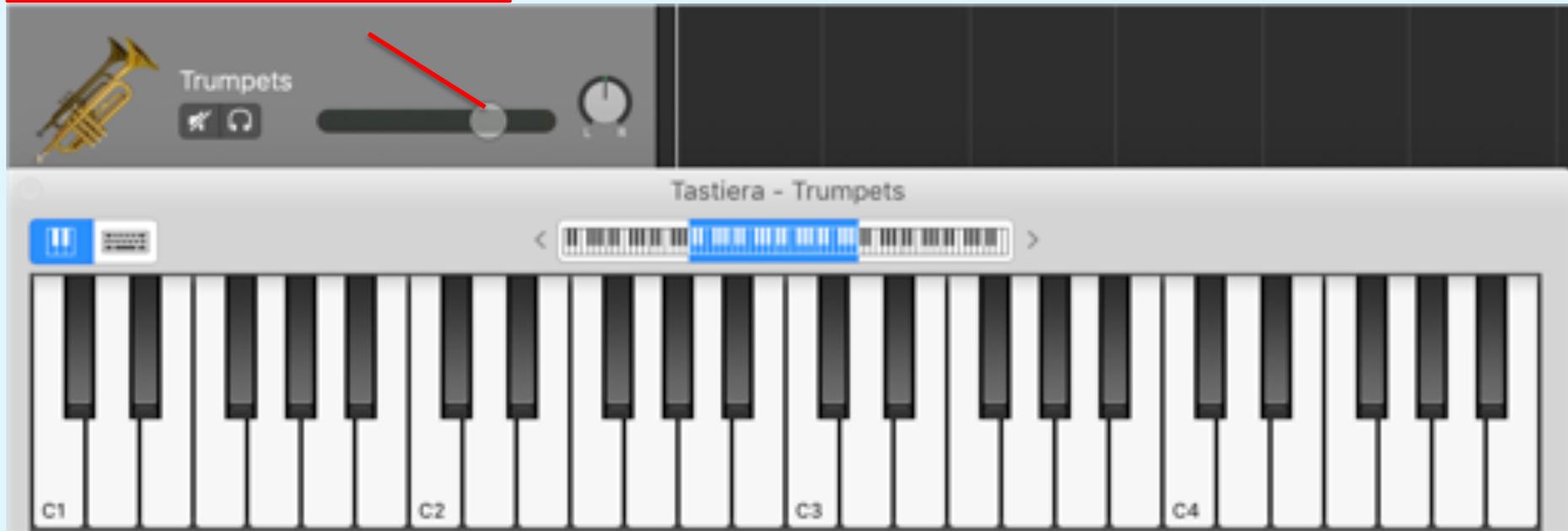
Attenzione al linguaggio:

‘**volume**’ = **intensità** della musica

‘**volume alto**’ = musica suonata **forte**

‘**volume basso**’ = musica suonata **piano**.

Per regolare il volume



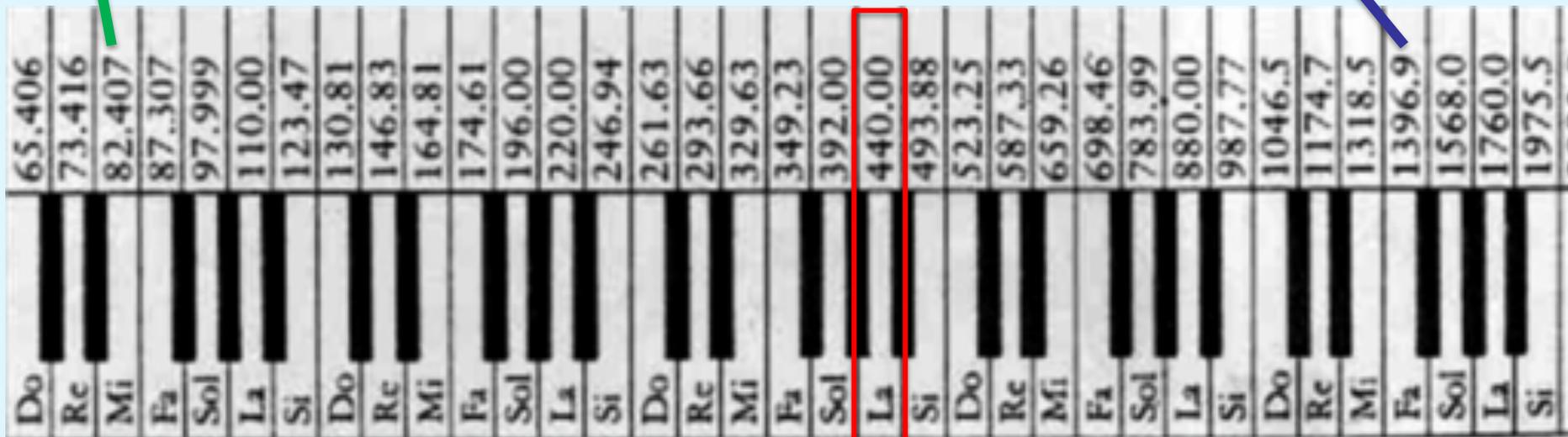
Frequenza di un suono in musica

Attenzione al linguaggio

‘Nota’ legata alla frequenza

‘nota bassa’ = suono grave = frequenza piccola

‘nota alta’ = suono acuto = frequenza grande



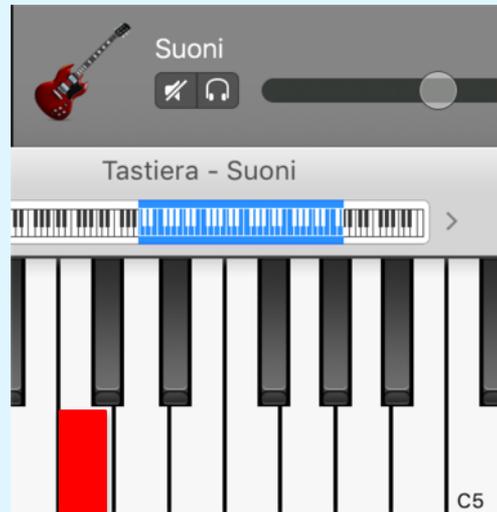
Nota ‘La centrale’

Il timbro

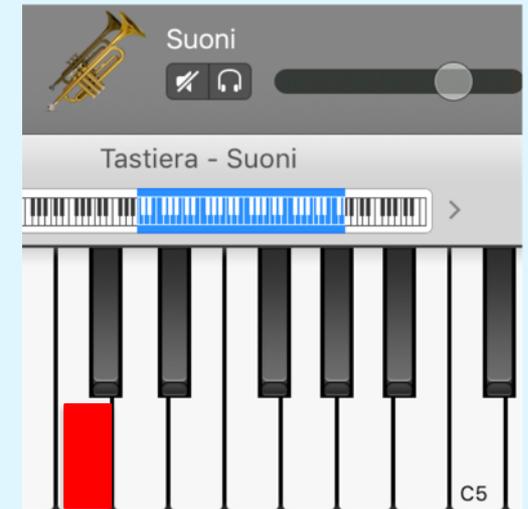
Un'altra caratteristica importante del suono: quella che fa distinguere la nota emessa da un flauto dalla stessa nota emessa, con la stessa intensità, da un pianoforte o da una tromba o da una voce umana. È il **timbro**.



Pianoforte



Chitarra



Tromba



**Stessa nota, emessa con lo stesso intensità (o volume).
Tre strumenti diversi. Cambia il timbro.**

Il timbro

Esaminiamo anche questa caratteristica attraverso il simulatore.

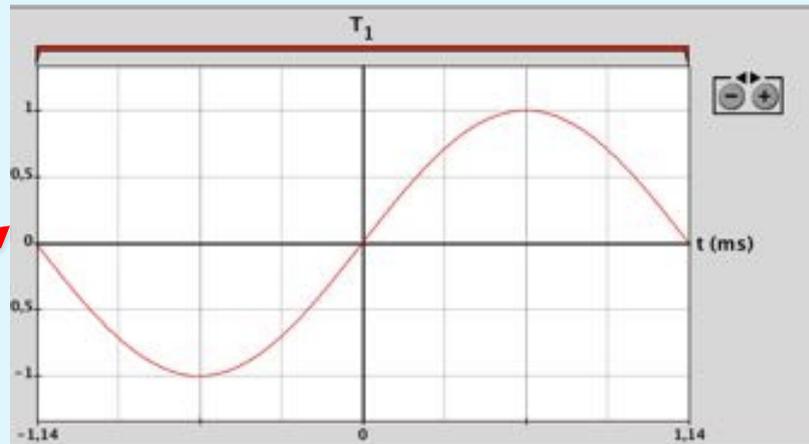
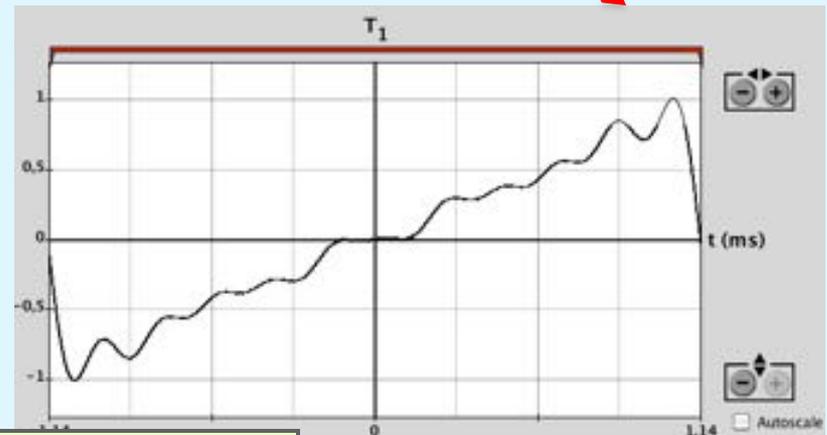
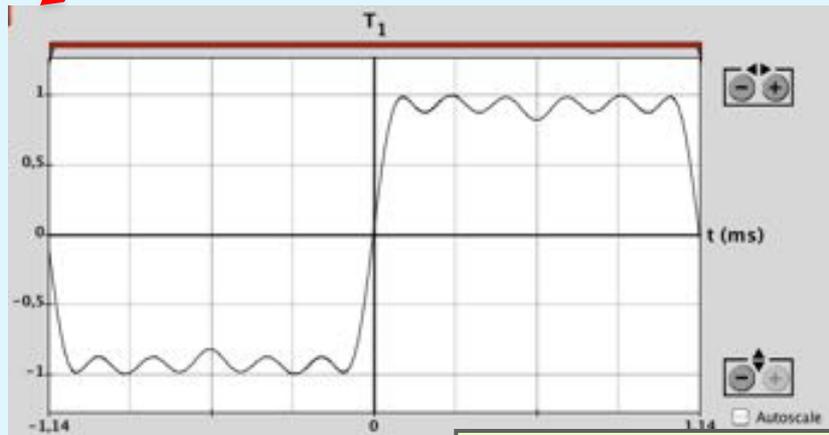


Grafico sinusoidale
Diapason

C'è una relazione
fra i due grafici?

C'è una relazione
fra i due grafici?

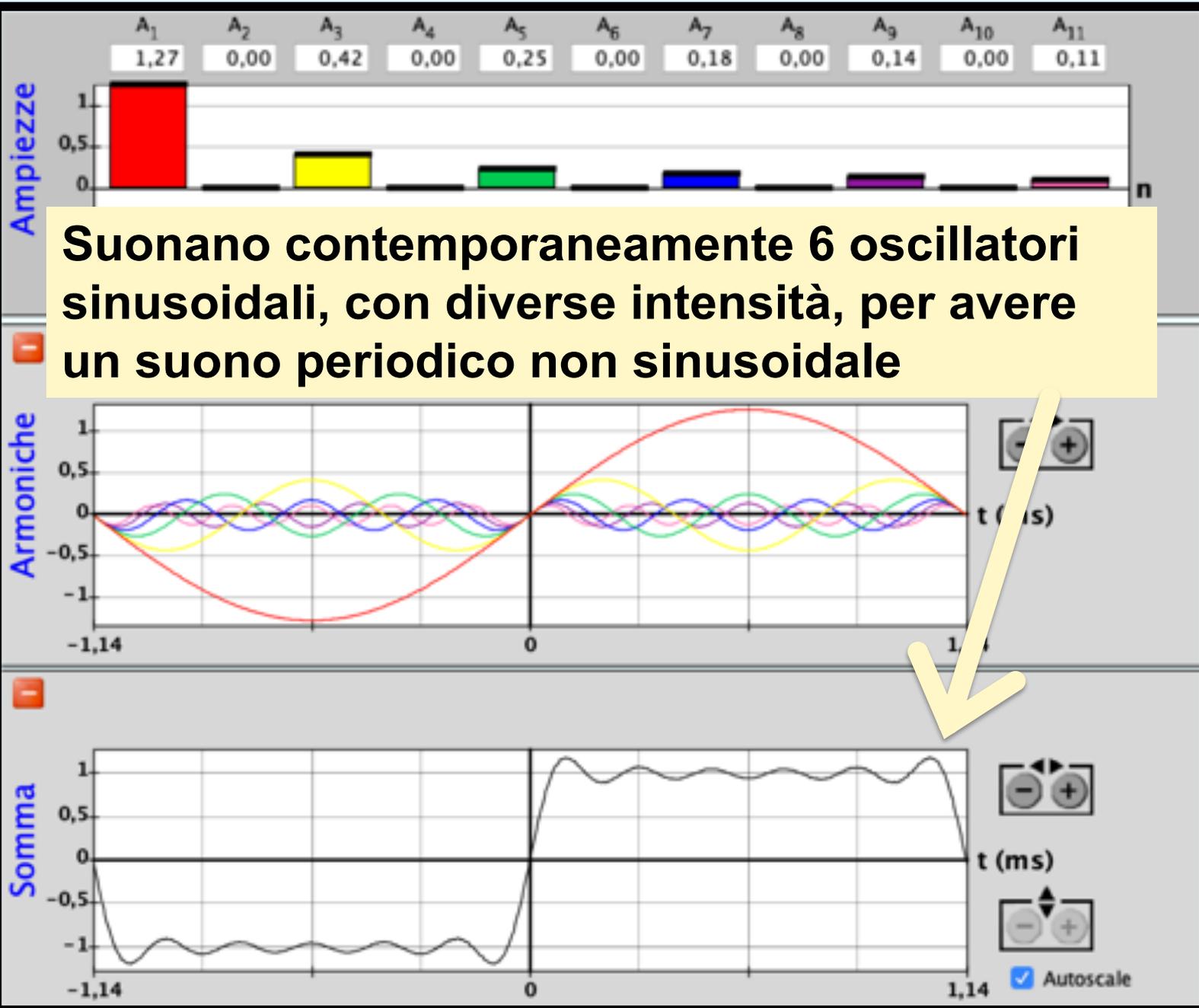


Grafici periodici non sinusoidali

Suoni con uguali intensità e frequenza, ma **TIMBRO DIVERSO**.
Grafici con uguali ampiezza e periodo, ma **NON SINUSOIDALI**

Il timbro

Il simulatore mostra anche qualcosa di inaspettato, insieme al grafico 'periodico non sinusoidale'

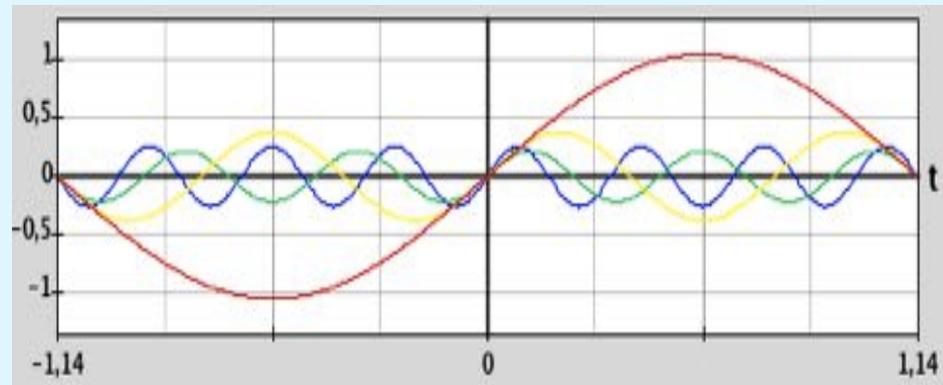


Teorie sul suono



Jean Baptiste Fourier
1768 – 1830
Matematico e fisico

**Solo intorno al 1930
compaiono gli oscillatori
sinusoidali.
Ma è già di due secoli prima
l'idea di comporre sinusoidi di
frequenze e ampiezze diverse.**



Esperienze sul suono



Hermann von Helmholtz
1821 – 1894
Medico, fisico, fisiologo



I 'risuonatori' di Helmholtz

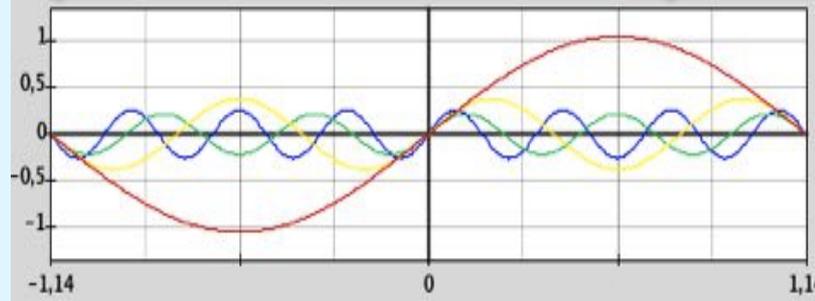
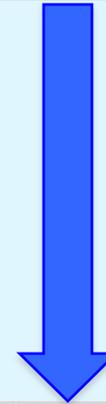
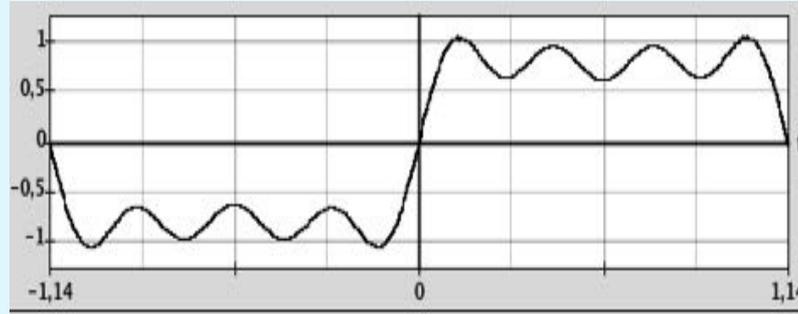
Teorie ed esperienze di analisi dei suoni

Jean Baptiste Fourier
1768 – 1830

Una funzione
periodica di periodo T

Può essere ottenuta

Con una somma di
funzioni sinusoidali,
ciascuna con periodo
 $T_n = T/n$ e ampiezza
 A_n opportuna.



Hermann von Helmholtz
1821 – 1894

Il suono emesso da uno
strumento musicale.

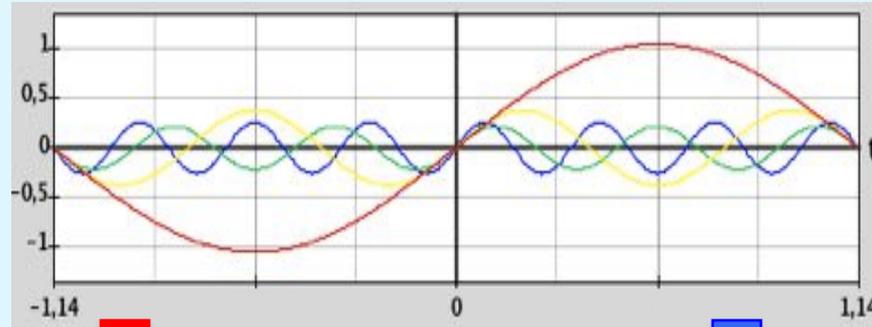
Può essere analizzato
con i 'risuonatori'



Risulta composto da
suoni sinusoidali,
detti **ARMONICHE**

Sintesi additiva dei suoni

Addiziono funzioni sinusoidali, ciascuna con periodo $T_n = T/n$ e ampiezza A_n opportuna.

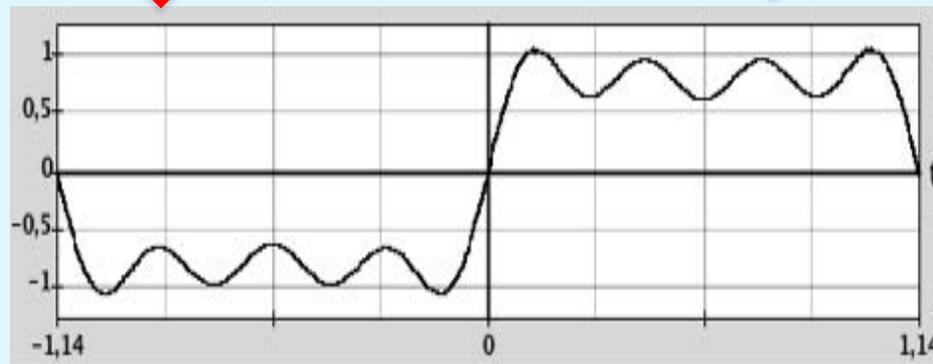


Emetto, nello stesso momento, più suoni sinusoidali di periodo e ampiezza opportuni

Ottingo

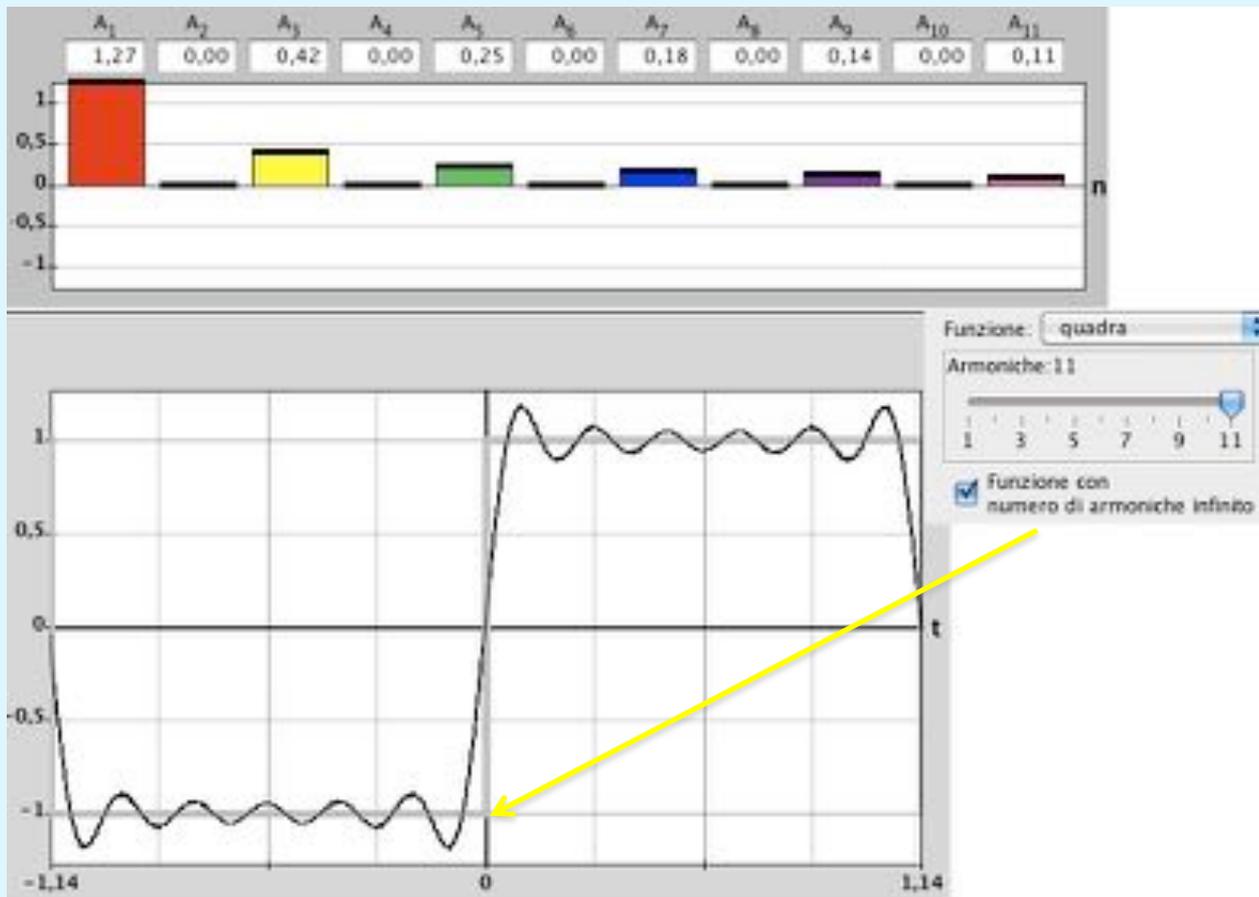
Posso ottenere

Una funzione periodica di periodo T



Il suono emesso da uno strumento musicale.

Serie di Fourier con simulatore di segnali

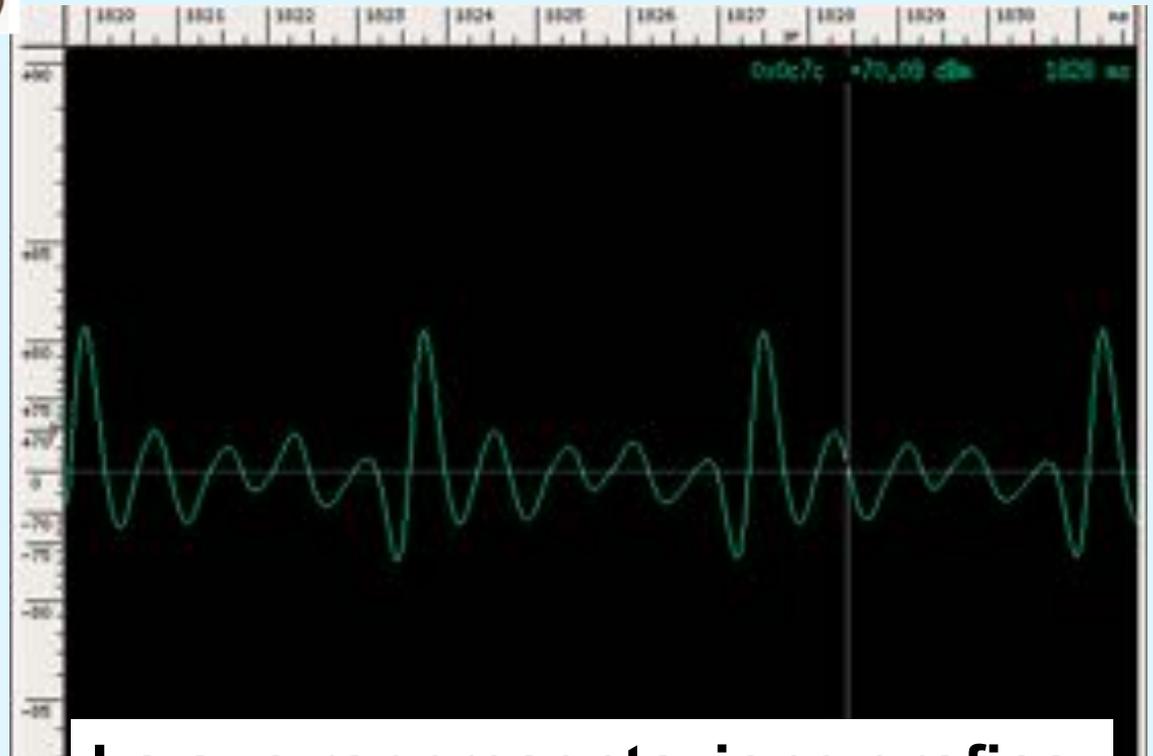


**Per ottenere il grafico grigio dovrei sommare infinite sinusoidi.
La curva nera, somma di 11 sinusoidi, ne è un'approssimazione.
All'aumentare del numero di sinusoidi, migliora l'approssimazione.**

'Riprodurre' il suono di uno strumento acustico con il simulatore di segnali

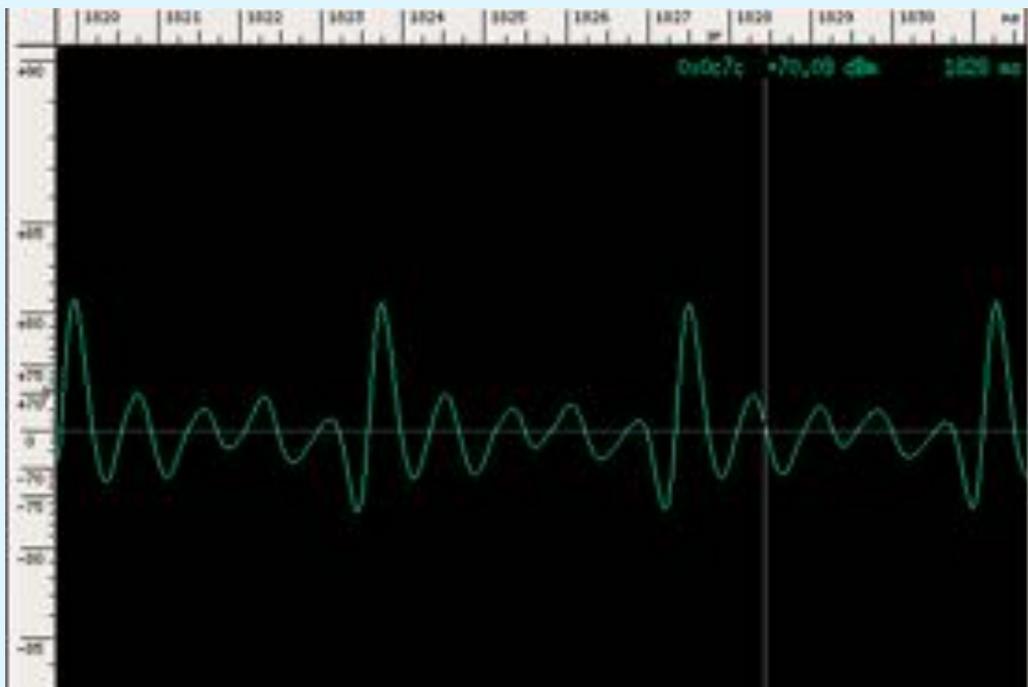


Il suono di un oboe



La sua rappresentazione grafica

‘Riprodurre’ il suono di un oboe

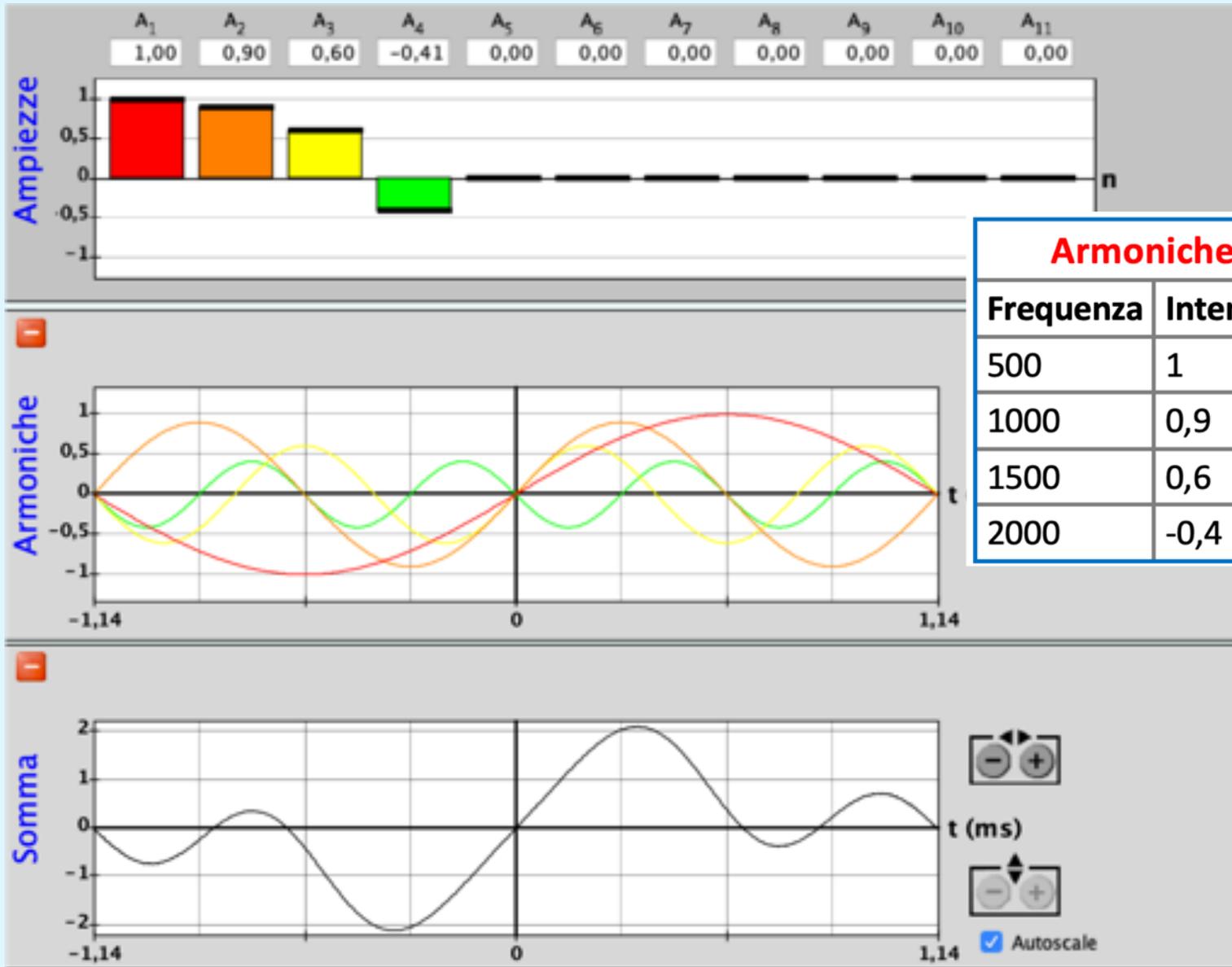


Analizzo il suono e trovo le prime quattro armoniche.

Riproduco il suono con il software

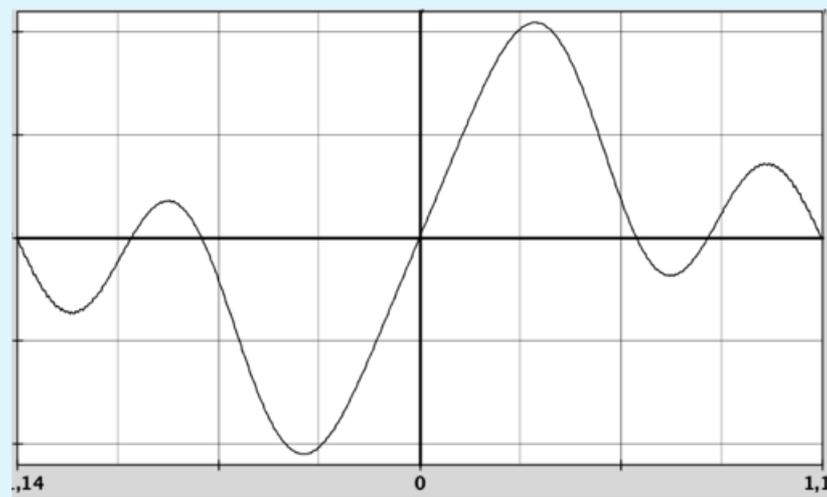
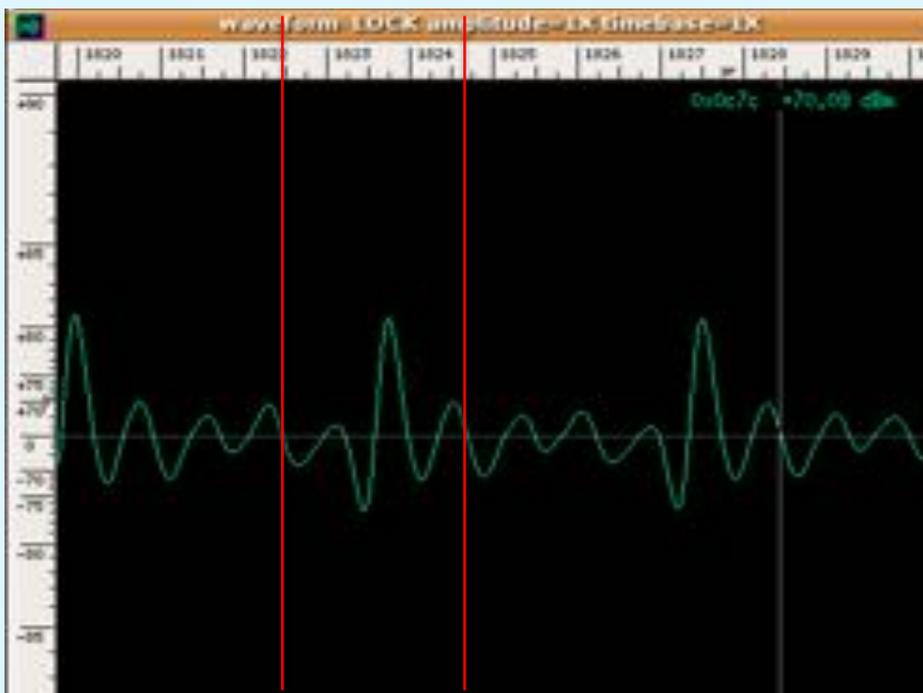
Armoniche	
Frequenza	Intensità
500	1
1000	0,9
1500	0,6
2000	-0,4

'Riprodurre' il suono di un oboe



'Riprodurre' il suono di un oboe

Il suono elettronico non è identico al suono dello strumento acustico, ma ... ci somiglia. E ho utilizzato solo 4 armoniche! Con un maggior numero di armoniche l'approssimazione migliorerebbe.



Sintesi additiva dei suoni

A partire dal 1930 elettricità ed elettronica per generare segnali sinusoidali.

Organi Hammond,
strumenti elettronici, ...



Tastiere

**La scelta di tastiere oggi è molto ricca.
Una tastiera produce suoni di tanti strumenti
acustici, ma crea anche suoni che nessuno
strumento tradizionale può creare.**

**I segnali sinusoidali di frequenza e ampiezza
da scegliere più liberamente diventano uno
strumento di creatività per generare suoni.**



Una 'tastiera a 360°'

