

ACUSTICA

La generazione del suono dipende da almeno due elementi:

1. Una sorgente sonora (un corpo in grado di vibrare: corde, pelli percussive, etc...)
2. Un mezzo di propagazione (aria)

La sorgente sonora può essere collegata a un risonatore che amplifica la vibrazione generata dalla sorgente stessa

Il mezzo di propagazione possiede un certo grado di elasticità, che determina la velocità a cui il suono si propaga.

materiale (21 gradi)	velocità in m/s
aria	344
acciaio	5000-5900
acqua	1480
calcestruzzo	3100

materiale (21 gradi)	velocità in m/s
legno di olmo	4108
legno di pino	3313
Metano	430
Piombo	1230
Vetro	5500

Eccitando la sorgente sonora:

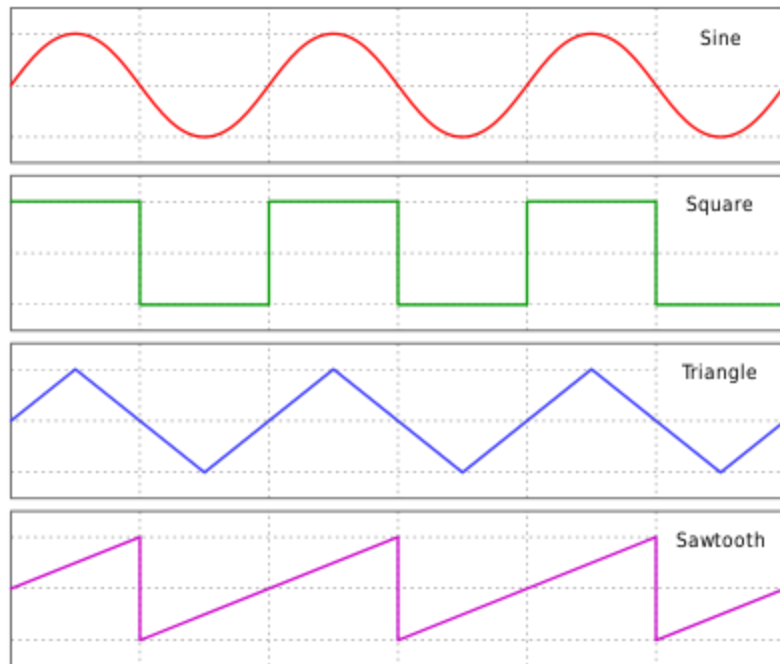
1. si produce una vibrazione
2. che genera una zona di compressione delle molecole nel mezzo di propagazione
3. ...e una zona di rarefazione
4. tali zone si alternano dando vita all'onda sonora , o onda di pressione sonora

L'onda sonora viaggia attraverso il mezzo di propagazione (tipicamente l'aria) e raggiunge l'orecchio, quindi il cervello, che la elabora convertendola in sensazione uditiva

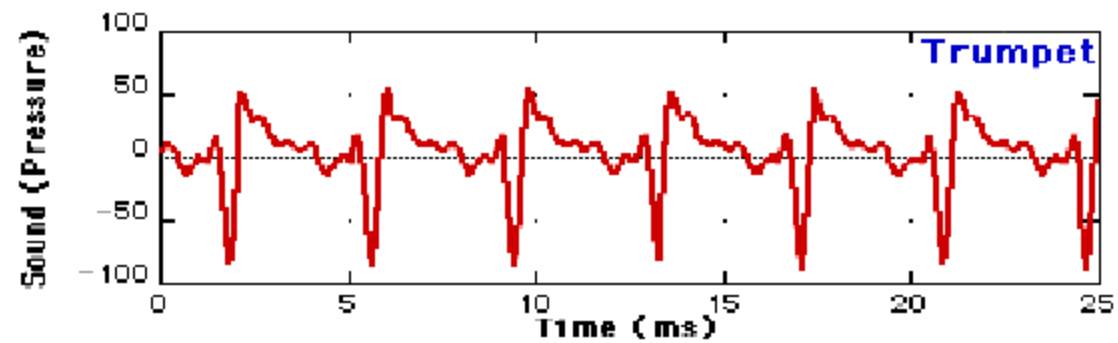
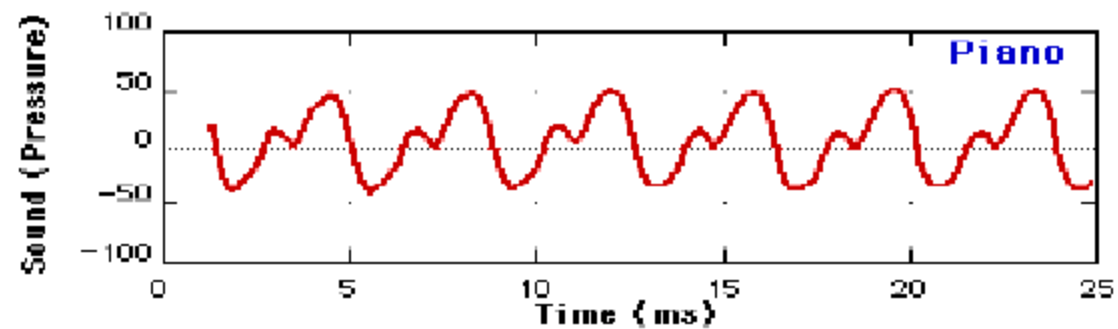
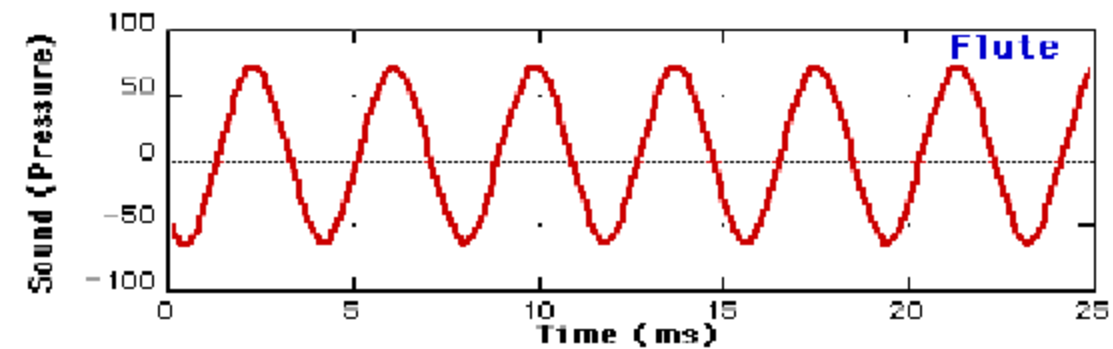
Le onde sonore viaggiano a una certa velocità, ma anche con una certa forma

1. periodica
2. aperiodica

onda periodica



violino



onda aperiodica (rumore)

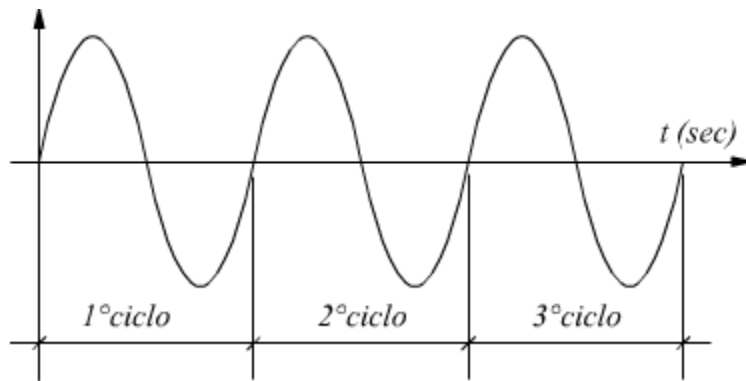


Quando un'onda è periodica possiamo percepire l'altezza del suono, quando è aperiodica l'altezza è il più delle volte indefinibile. L'altezza è quella qualità del suono che ci permette di affermare se un suono sia acuto o grave.

Parametri dell'onda sonora periodica

Periodo

- Intervallo di tempo necessario all'onda per completare un ciclo



ciclo

Porzione di onda che va da un punto e arriva allo stesso punto dopo aver compiuto un percorso in cui l'onda tocca il suo massimo e il suo minimo. La distanza percorsa dall'onda per completare un ciclo si chiama lunghezza d'onda e si misura in centimetri o metri.

frequenza

Quantità di cicli completati nell'unità di tempo (tipicamente il secondo). È inversamente proporzionale rispetto al periodo, quindi, se T è il periodo, la frequenza è uguale a $1/T$, e si misura in Hertz (Hz)

Esempio 1

Se un periodo T dura 0.001 secondi, quale sarà la sua frequenza?

$$1 / T = F$$

$$1 / 0.001 = 1000 \text{ Hz (oppure 1 KHz)}$$

Esempio 2

Se un'onda ha frequenza 440 Hz, quanto varrà T , cioè il periodo?

$$1 / F = T$$

$$1 / 440 = 0.00227272727272726 \text{ secondi}$$

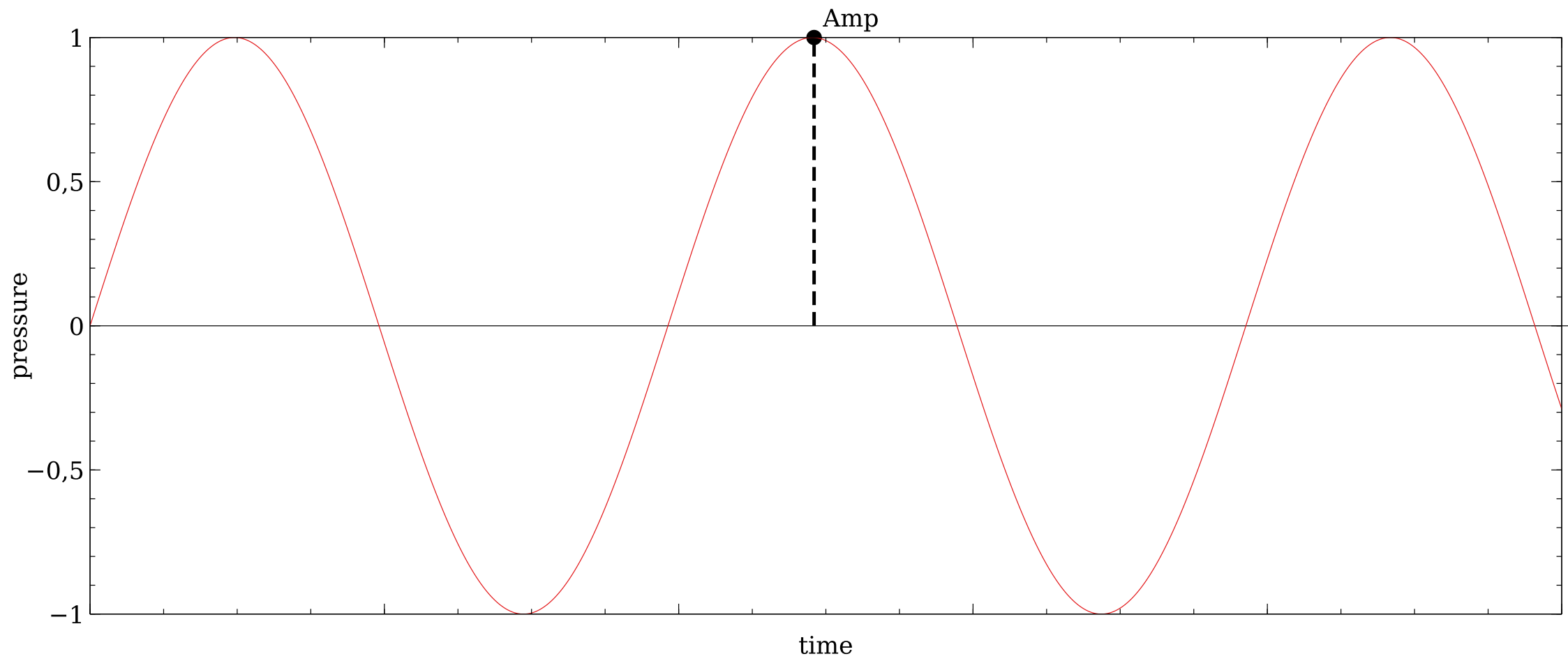
Intervallo di frequenze udibili

< 20Hz	20Hz - 20000Hz	> 20000Hz
infrasuoni	range udibile	ultrasuoni

La frequenza determina la percezione dell'altezza di un suono

Ampiezza

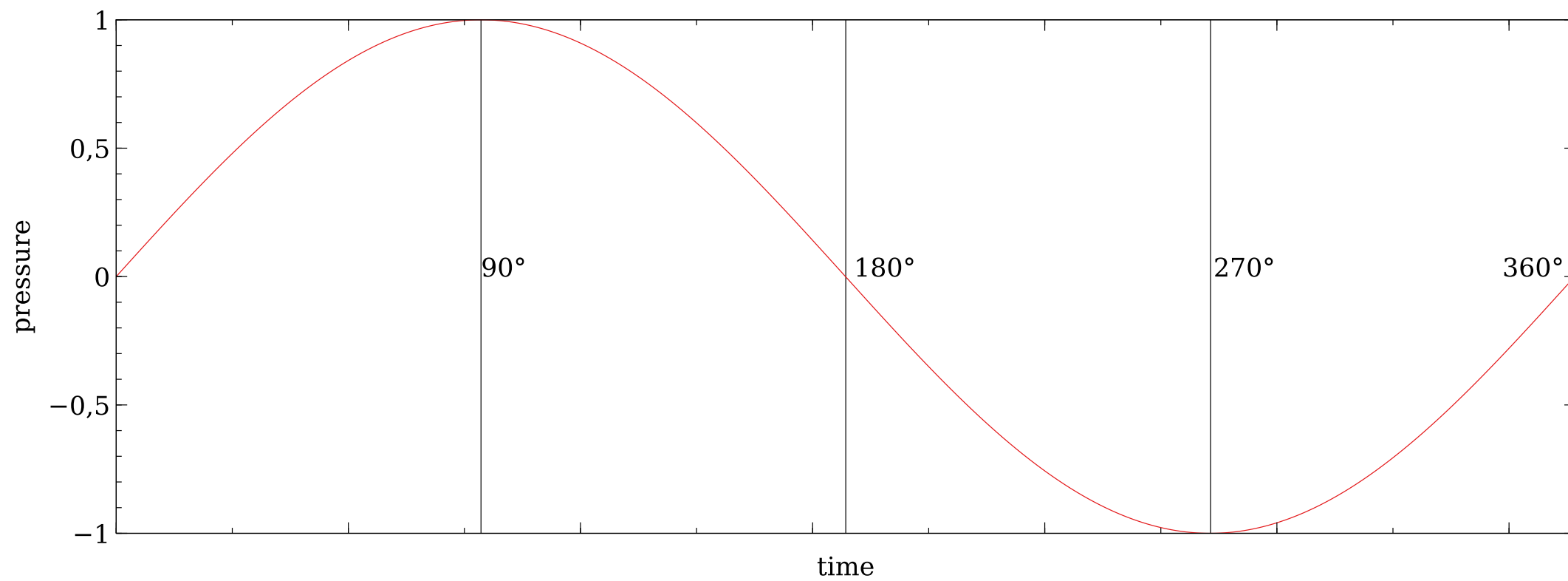
- Rappresenta lo spostamento delle particelle al passaggio dell'onda, rispetto alla propria posizione di equilibrio.
- Oscilla fra valori positivi (zona di compressione) e valori negativi (zona di rarefazione)

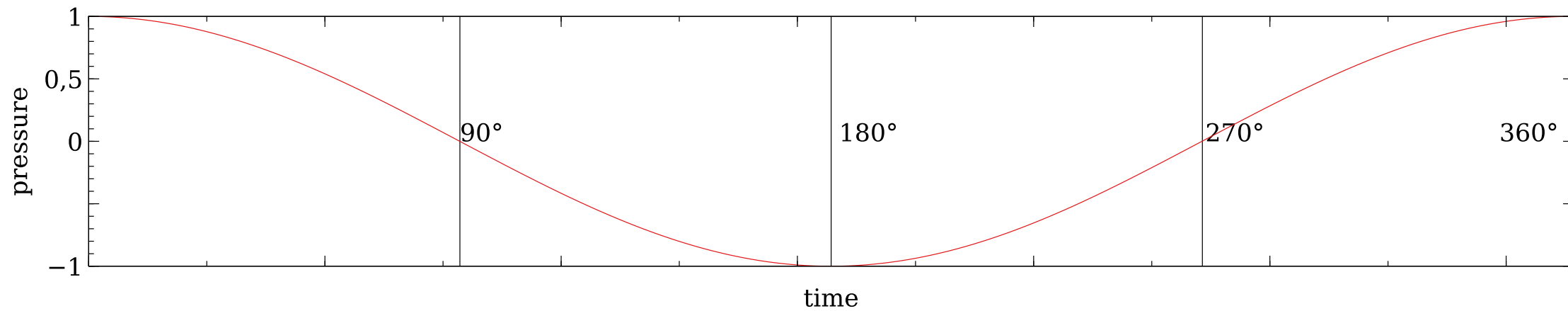
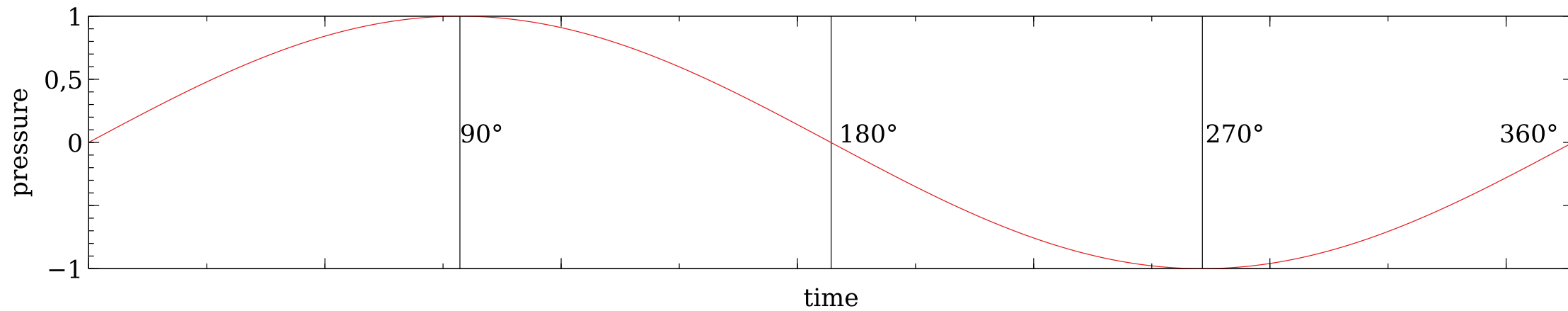


L'ampiezza determina la percezione dell'intensità di un suono

Fase

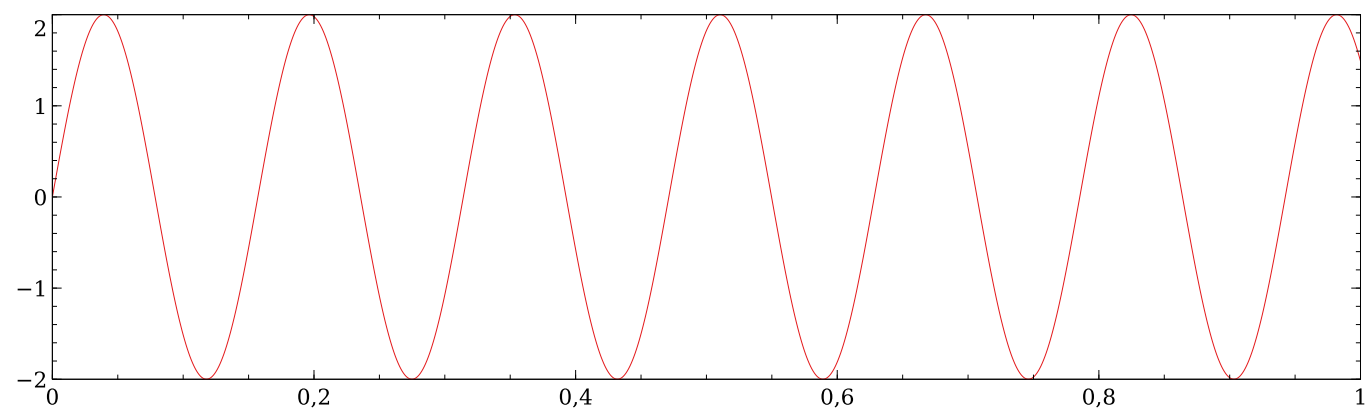
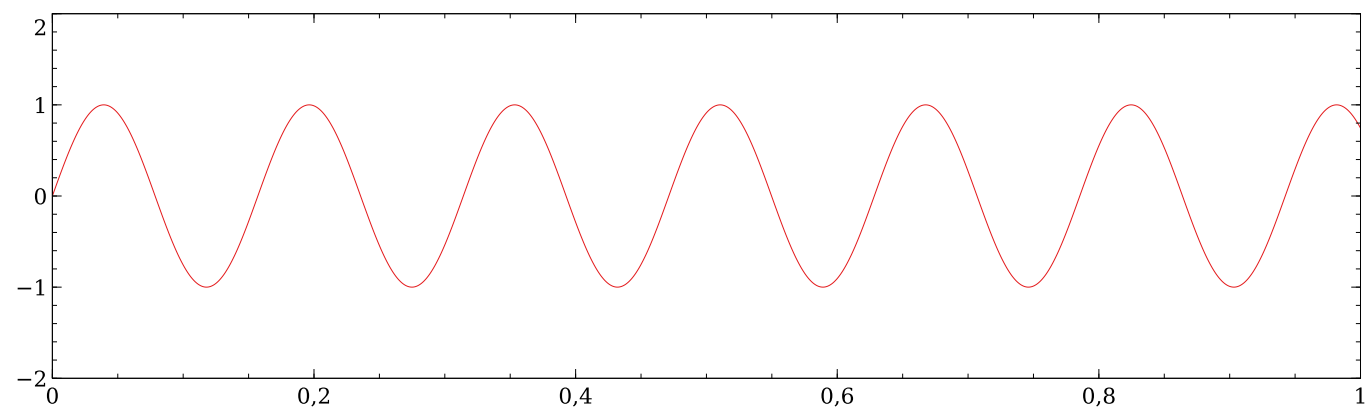
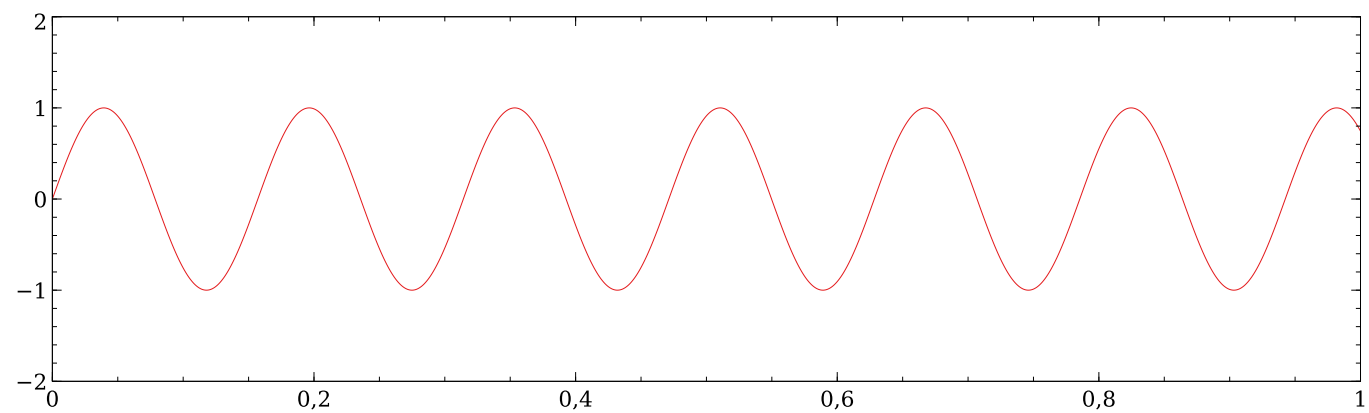
- Indica la posizione in cui si trova il ciclo dell'onda in un determinato istante.
- Ha senso quando onde diverse vengono messe in relazione





Somma di onde con stessa frequenza

- Se due sinusoidi sono **in fase**, la loro somma determina un raddoppio dell'ampiezza
- Se sono in controfase ?

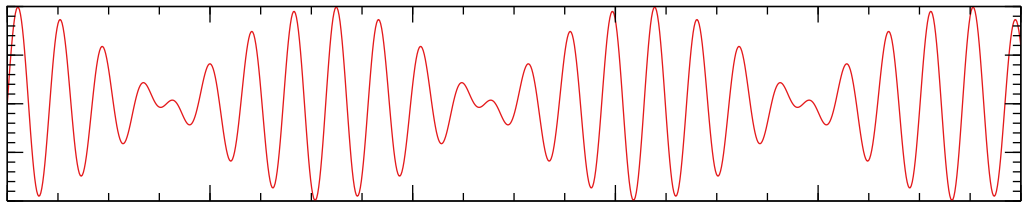
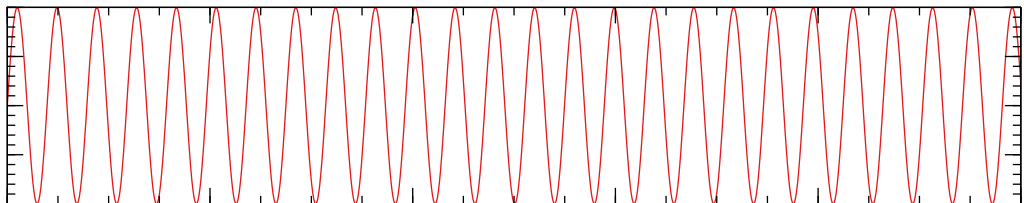
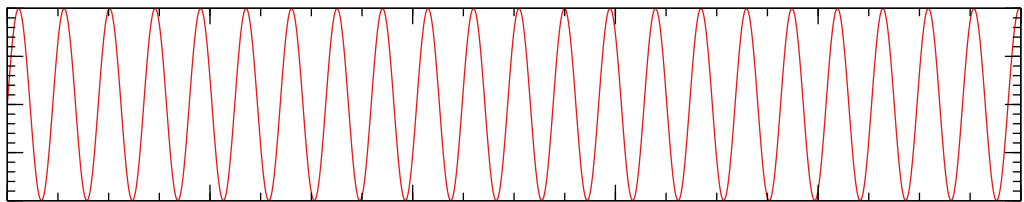


somma di onde con frequenza diversa

- Abbiamo due casi possibili:
 - i. le onde hanno frequenze vicine
 - ii. le onde hanno frequenze lontane

Le onde hanno frequenze vicine

- Si ha il fenomeno dei battimenti quando la differenza fra le due frequenze è minore di 20 Hz
- Si percepisce un'onda risultante con un'oscillazione regolare dell'ampiezza



Valori dell'onda risultante

- La frequenza dell'onda risultante è la media aritmetica fra le due frequenze
- La frequenza di oscillazione (detta **frequenza di battimento**) è pari alla differenza fra le frequenze d'origine

Esempio

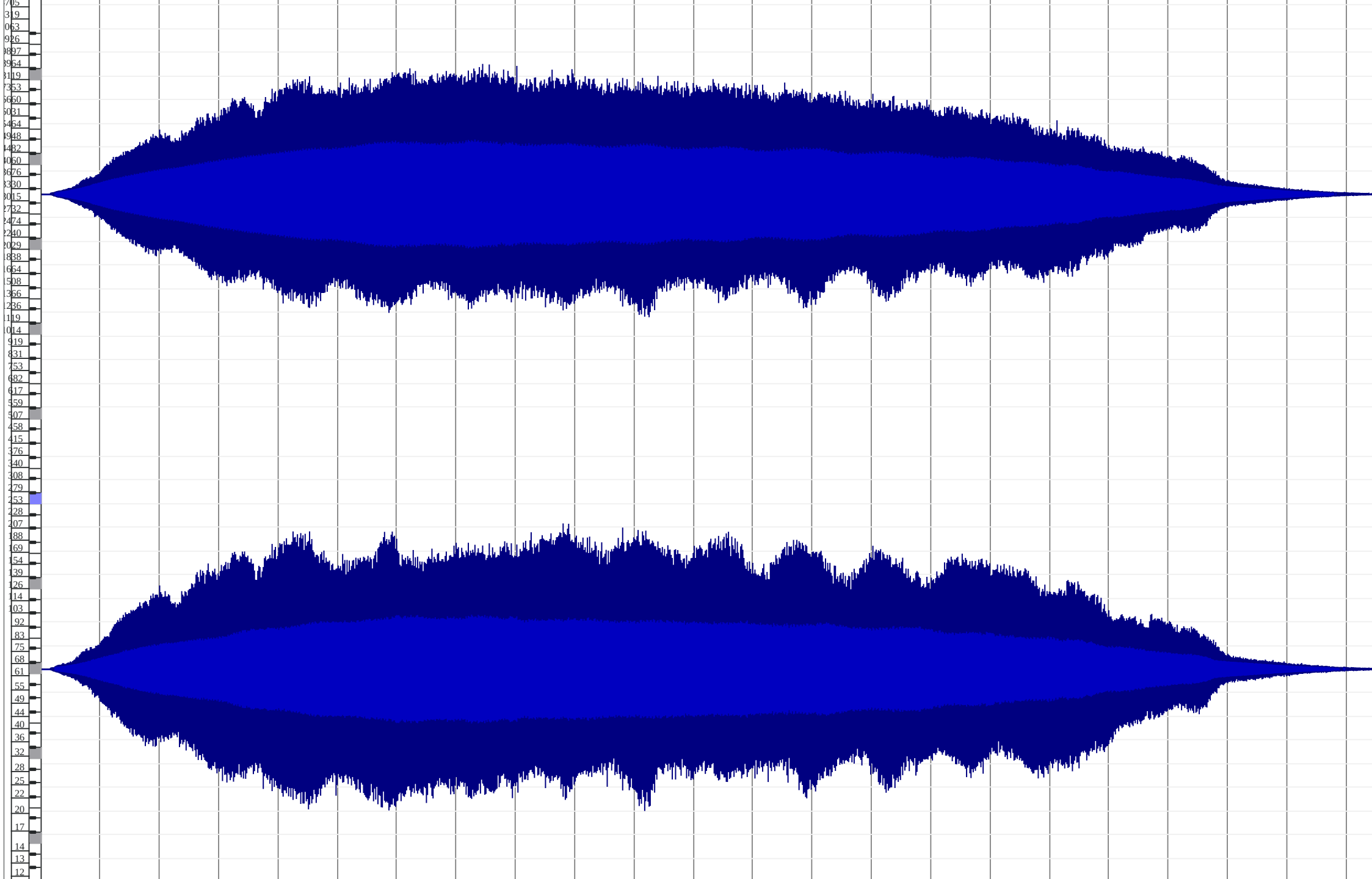
- Se sommiamo le seguenti onde: 440Hz e 444Hz, cosa otterremo?

Forma d'onda

- Rappresentazione grafica dell'ampiezza del suono in funzione del tempo
- L'onda più semplice è la sinusoide
- Generalmente le forme d'onda sono il risultato di somme di onde semplici che danno vita a onde complesse

Ampiezza istantanea, ampiezza di picco, ampiezza assoluta

- l'ampiezza istantanea rappresenta il valore d'ampiezza in un dato punto
- l'ampiezza di picco indica l'ampiezza massima
- l'ampiezza assoluta indica la differenza fra l'ampiezza massima e l'ampiezza minima



Timbro

- Le forme d'onda complesse danno origine al timbro, che ci permette di distinguere un suono da un altro, a parità di frequenza e ampiezza.
- Gli strumenti sono caratterizzati da forme d'onda specifiche, quindi da timbri caratteristici

Timbro (2)

- Non possiamo vedere il timbro dalla forma d'onda, quindi abbiamo bisogno di altri strumenti di analisi

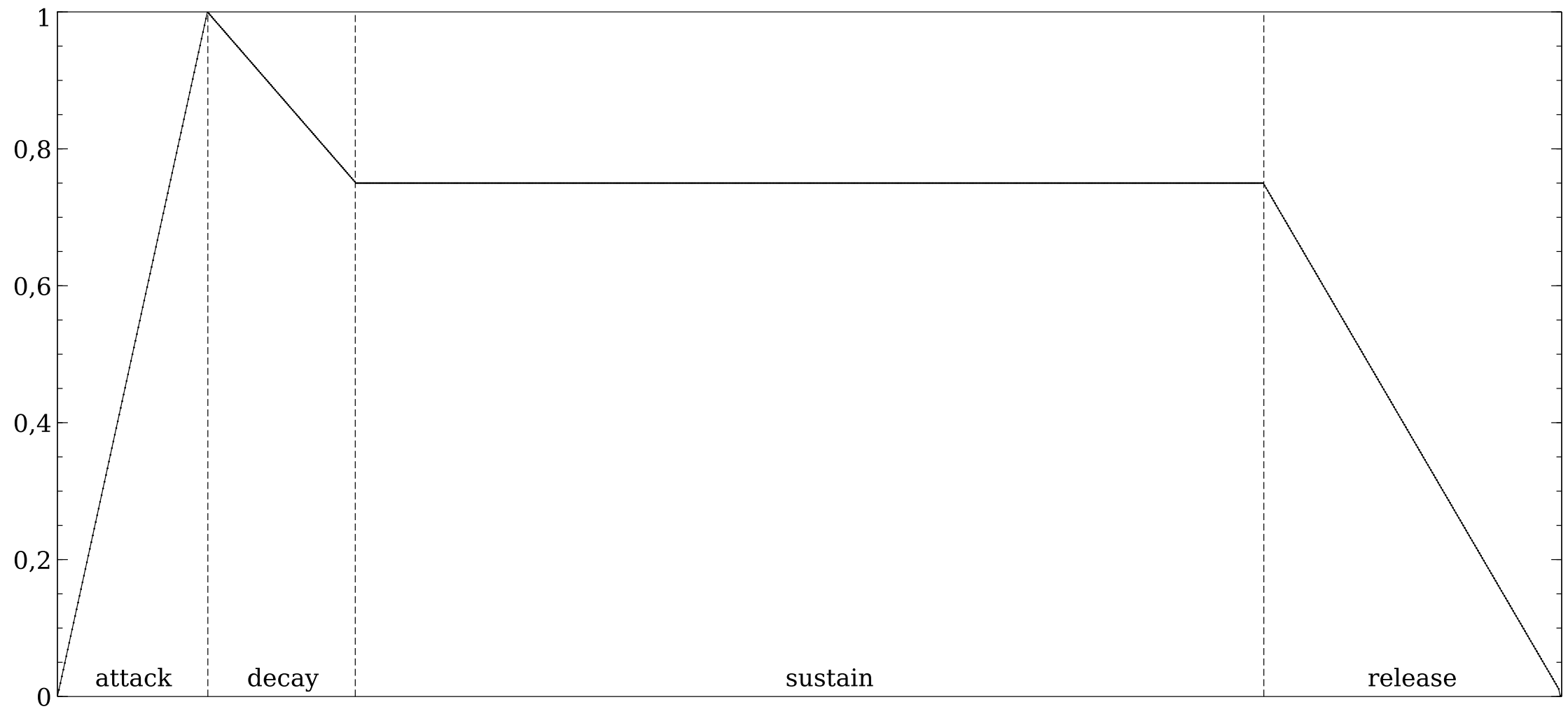
Spettrogramma

- Permette di analizzare (e visualizzare) lo spettro di un suono, cioè le sue componenti frequenziali

4482	
4060	
3676	
3330	
3015	
2732	
2474	
2240	
2029	
1838	
1664	
1508	
1366	
1236	
1119	
1014	
919	
831	
753	
682	
617	
559	
507	
458	
415	
376	
340	
308	
279	
253	
228	
207	
188	
169	
154	
139	
126	
114	
103	
92	
83	
75	
68	
61	
55	
49	
44	
40	
36	

Inviluppo

- Costituisce il profilo d'ampiezza di un suono da quando inizia a quando termina.
- Caratterizzato da 4 fasi chiamate `transitori`:
 - i. Attacco (`attack`)
 - ii. Decadimento (`decay`)
 - iii. Sostegno (`sustain`)
 - iv. Rilascio (`release`)



Attack

Descrive il periodo di tempo in cui il suono nasce e raggiunge il suo culmine d'ampiezza

Decay

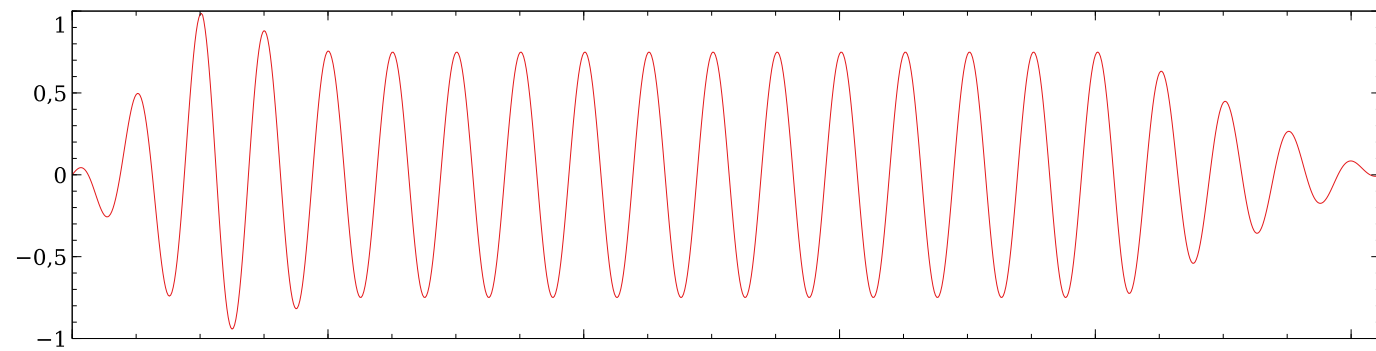
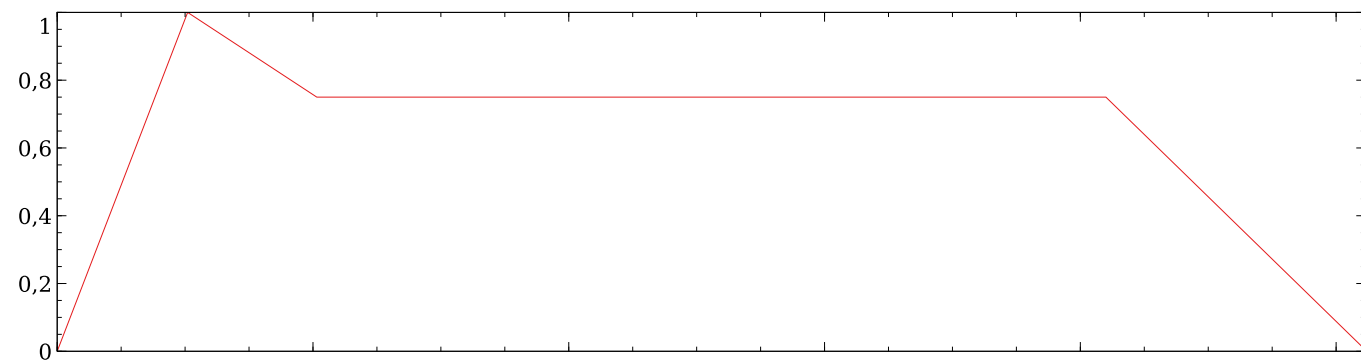
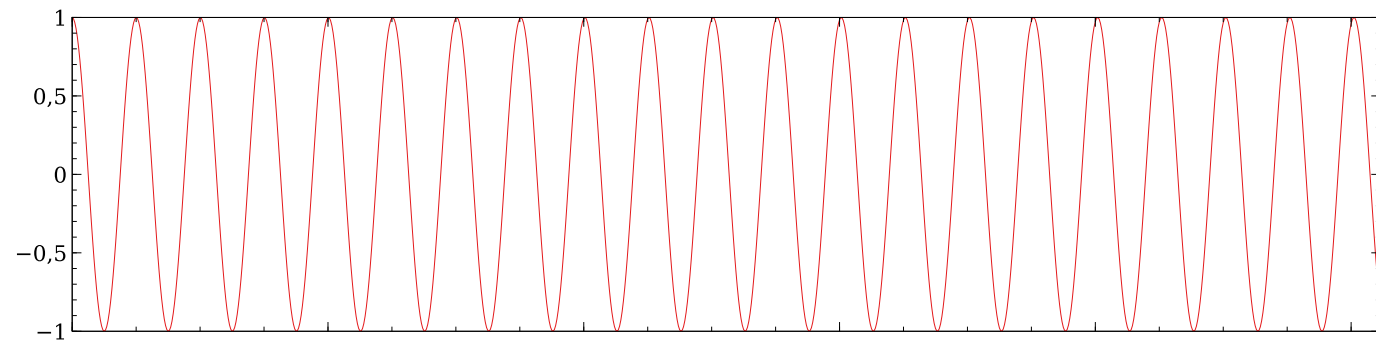
Descrive il periodo che seguen l'attacco, in cui l'ampiezza decade fino a raggiungere il livello del sostegno

Sustain

L'ampiezza si mantiene generalmente stabile

Rilascio

Il suono decade fino a scomparire



Inviluppo (2)

Non tutti i suoni possiedono i 4 transitori. In linea di massima, ogni suono nasce e muore, quindi ha attacco e rilascio, ma non necessariamente possiede i transitori di decadimento e sostegno.

Inviluppo (3)

- Gli strumenti a percussione hanno attacco e rilascio
- flauto e violino hanno tutti e 4 i transitori

Intensità

Ascoltiamo due suoni

1