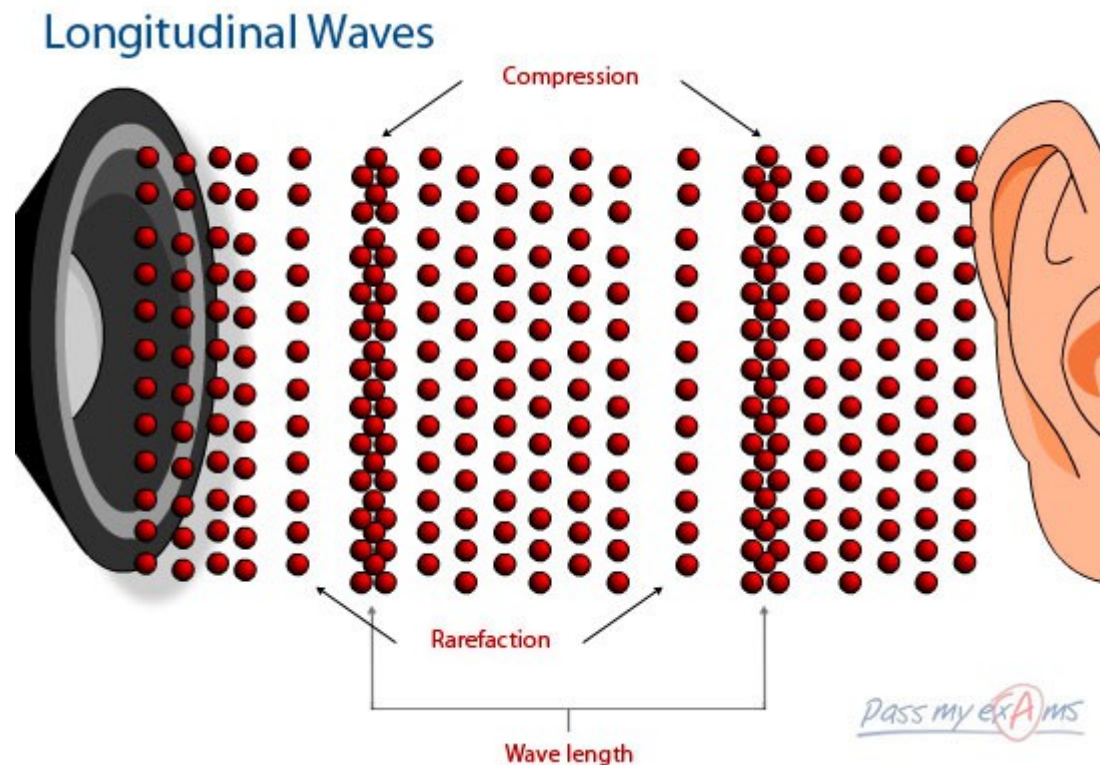


Generazione di file audio in C

Prof. **Marco Camurri**

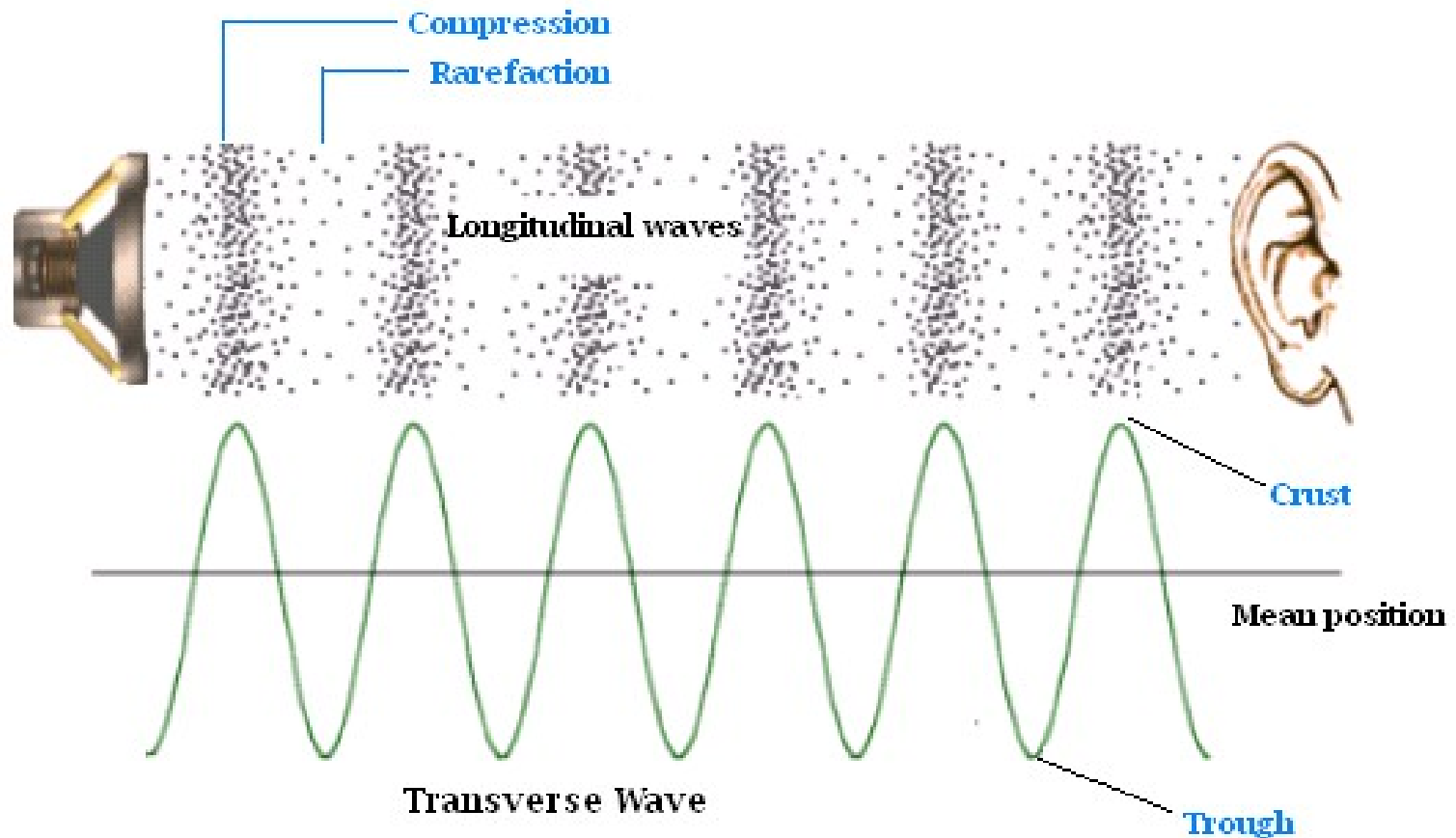
Fisica del suono

Una sorgente sonora mette in vibrazione le molecole dell'aria, producendo compressioni e rarefazioni che si propagano (onda)



Percezione del suono

Il nostro orecchio rileva le variazioni di pressione (rispetto alla pressione media) e trasmette il segnale al cervello, che le interpreta come "suono"



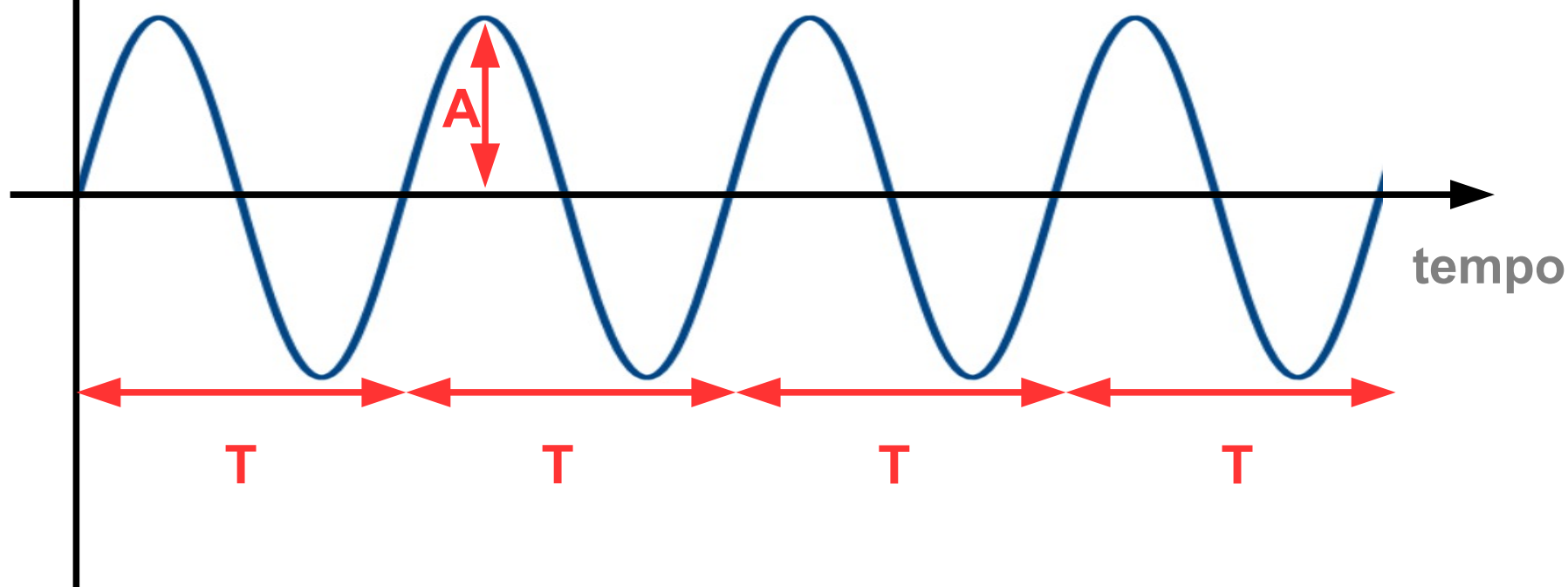
Ampiezza, periodo, frequenza

variaz. di
pressione

A = Ampiezza

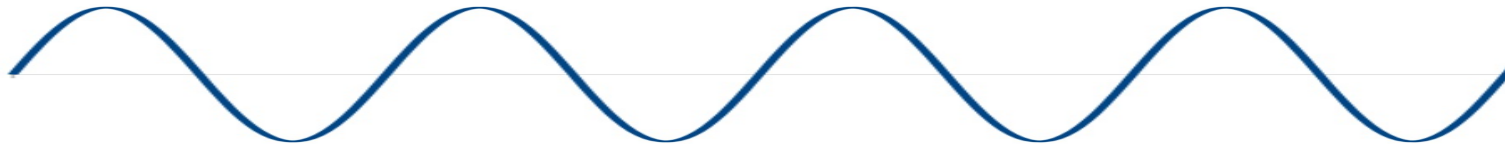
T = Periodo = durata di una "ripetizione" (s)

f = frequenza = numero di ripetiz. al secondo = $1/T$ (Hz)

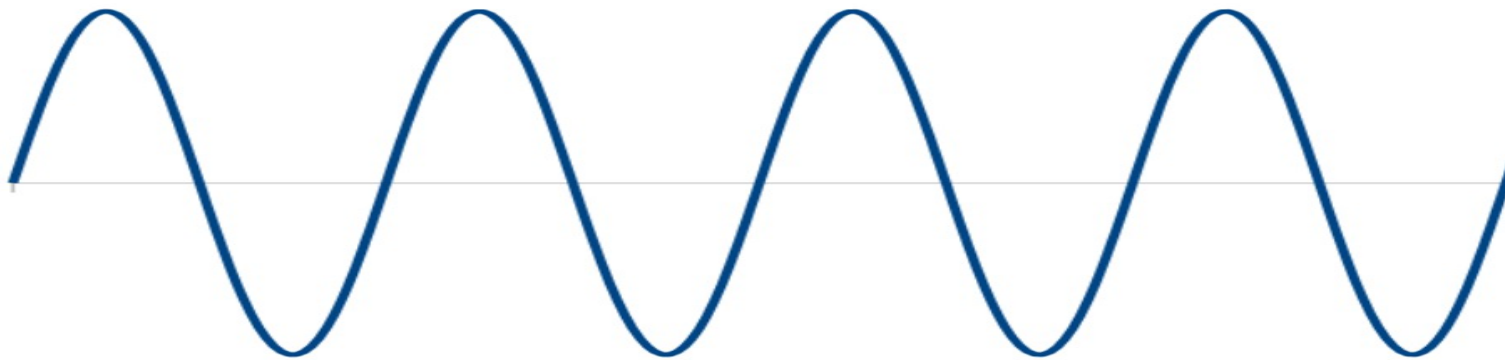


Intensità e tonalità dei suoni

- L'ampiezza dell'onda determina l'intensità (volume) del suono



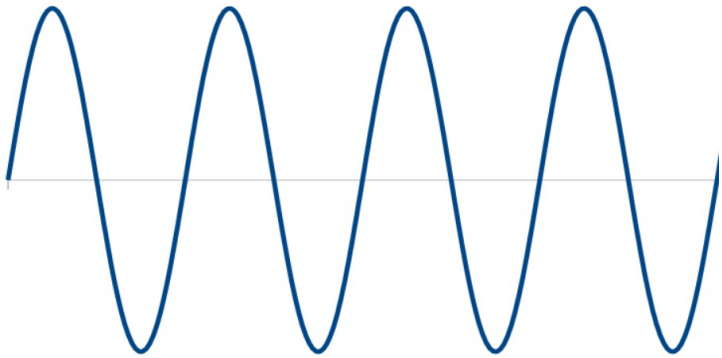
bassa ampiezza = basso volume



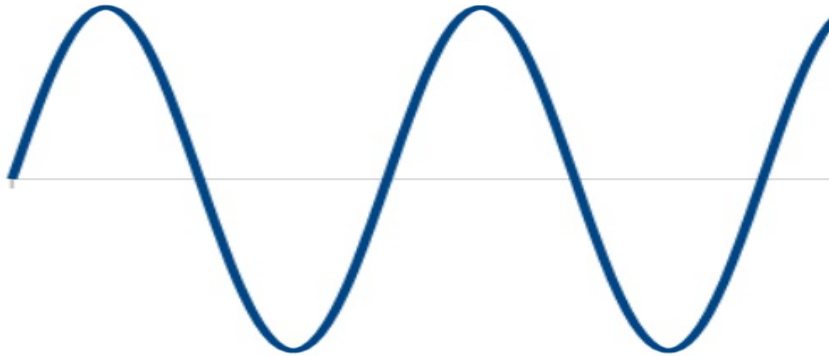
elevata ampiezza = alto volume

Intensità e tonalità dei suoni

- La frequenza determina la tonalità (suono acuto o grave)



alta frequenza = suono acuto (alti)



bassa frequenza = suono grave (bassi)

Soglia di udibilità

- Affinchè un suono risulti udibile, la sua frequenza deve essere compresa fra 20 Hz e 20000 Hz
- I suoni con frequenza inferiore sono detti **infrasuoni**, e quelli con frequenza superiore **ultrasuoni**

Frequenza delle note musicali

ottava centrale del pianoforte

		Do ₄	523,25 Hz
		Si ₃	493,88 Hz
466,16 Hz	La#	La ₃	440,00 Hz
415,30 Hz	Sol#	Sol ₃	392,00 Hz
369,99 Hz	Fa#	Fa ₃	349,23 Hz
		Mi ₃	329,63 Hz
311,13 Hz	Re#	Re ₃	293,66 Hz
277,18 Hz	Do#	Do ₃	261,63 Hz

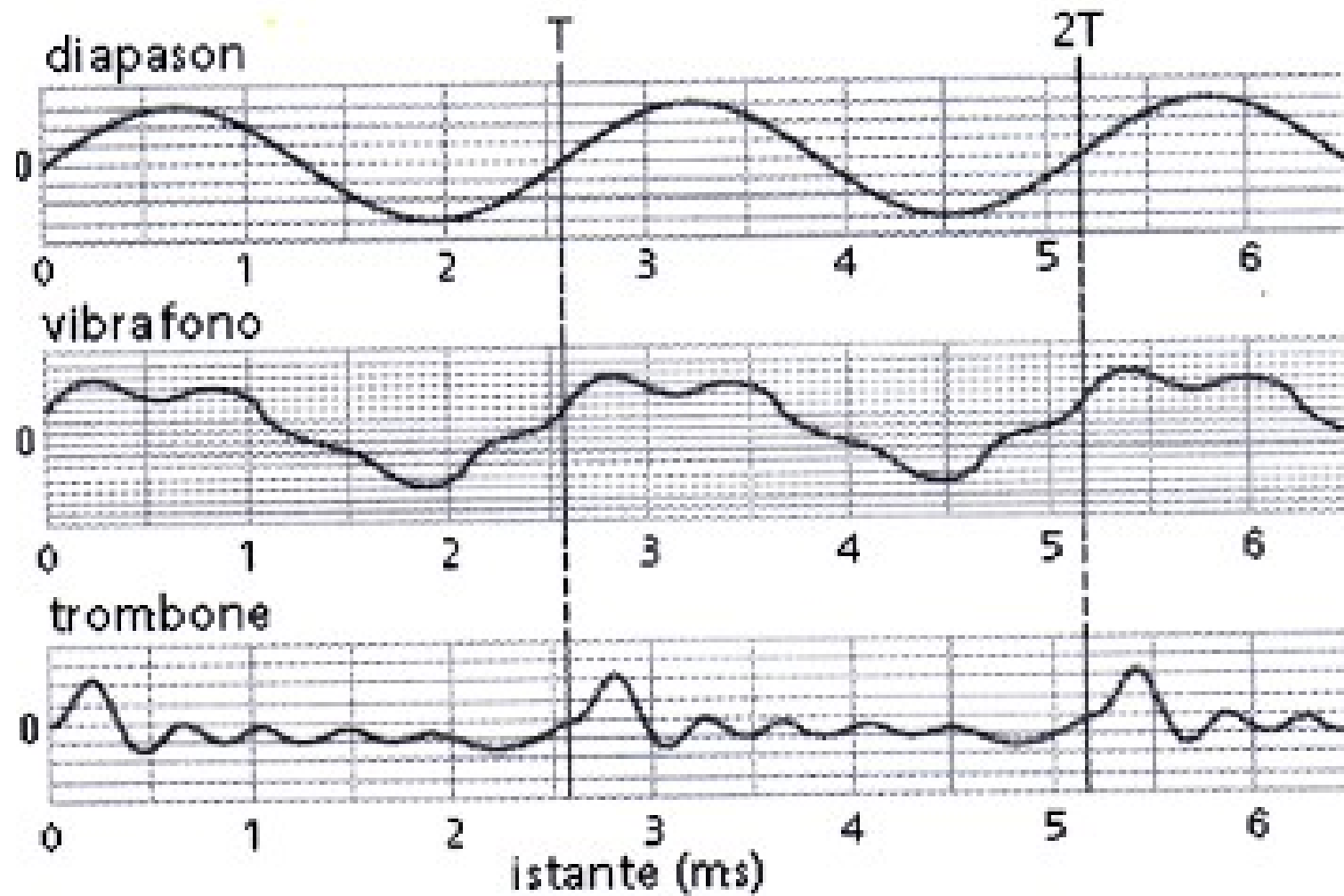


Timbro del suono

- Il suono di una tromba è distinguibile dal suono di un violino, anche quando i due strumenti emettono la stessa nota (stessa frequenza)
- Ogni strumento ha un **timbro** caratteristico, determinato da variazioni caratteristiche alla forma dell'onda

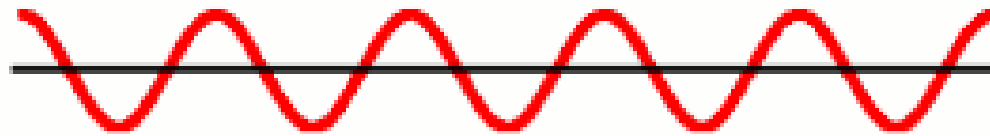
Timbro del suono

- La forma dell'onda determina il timbro del suono

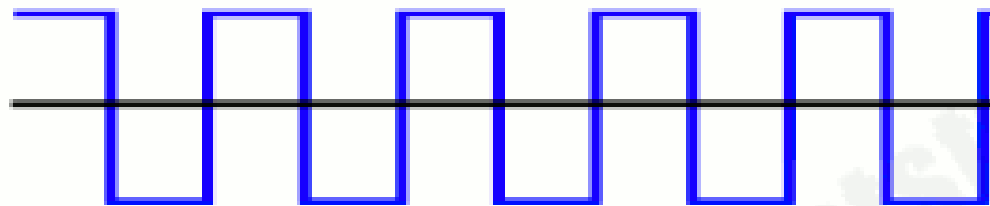


Sintesi di suoni

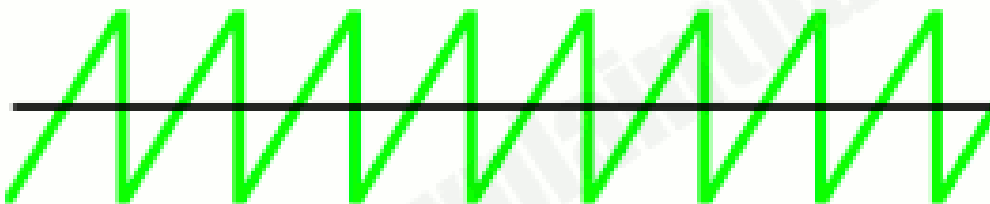
<http://onlinetonegenerator.com/>



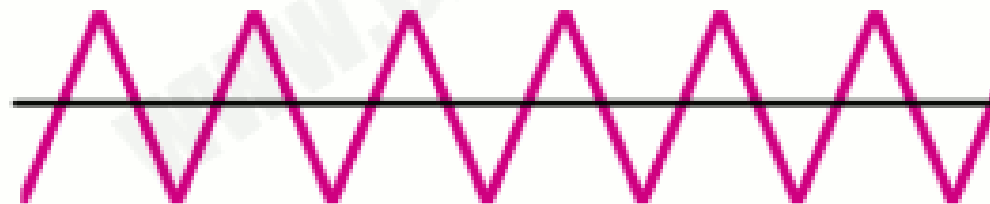
Sine
wave



Square
wave



Saw-tooth
wave



Triangle
wave

Un pò di matematica...

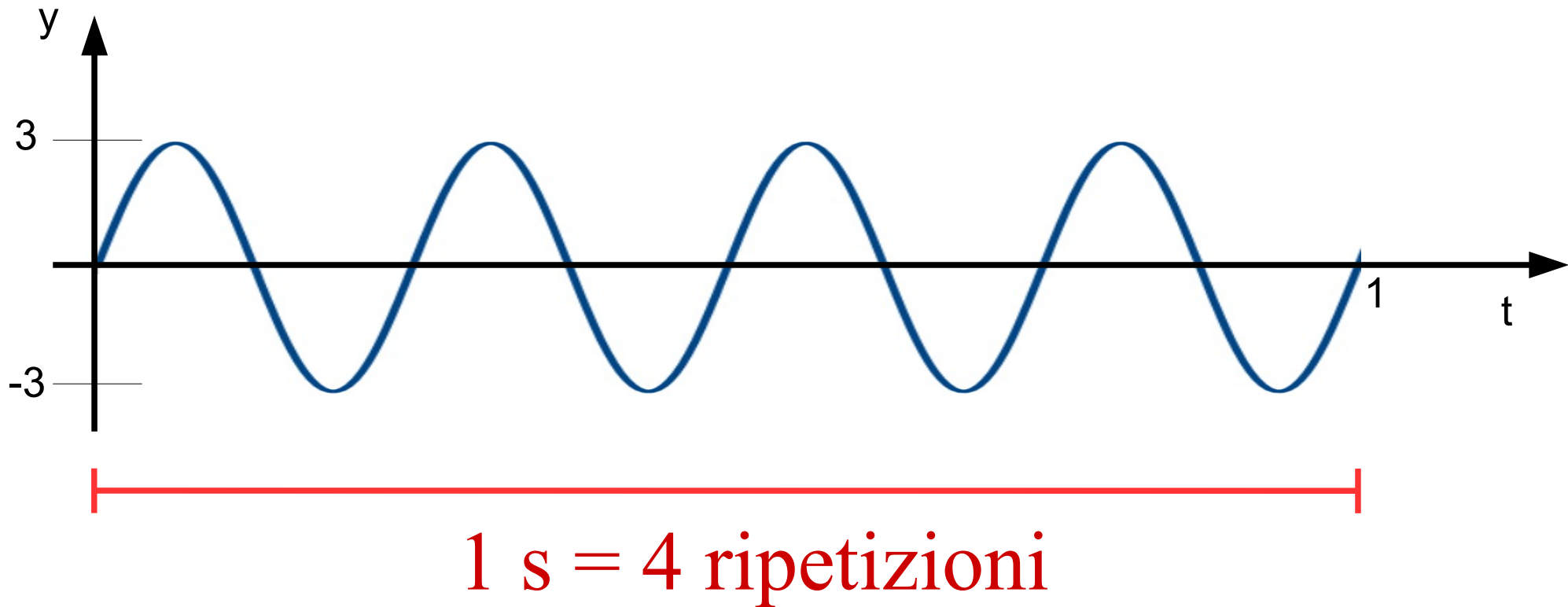
- PROBLEMA: per generare "da programma" un suono udibile ci serve una funzione del tempo che si ripeta almeno 20 volte al secondo (cioè **f = 20 Hz**)
- SOLUZIONE:

$$y(t) = A \cdot \text{sen}(2\pi \cdot f \cdot t)$$

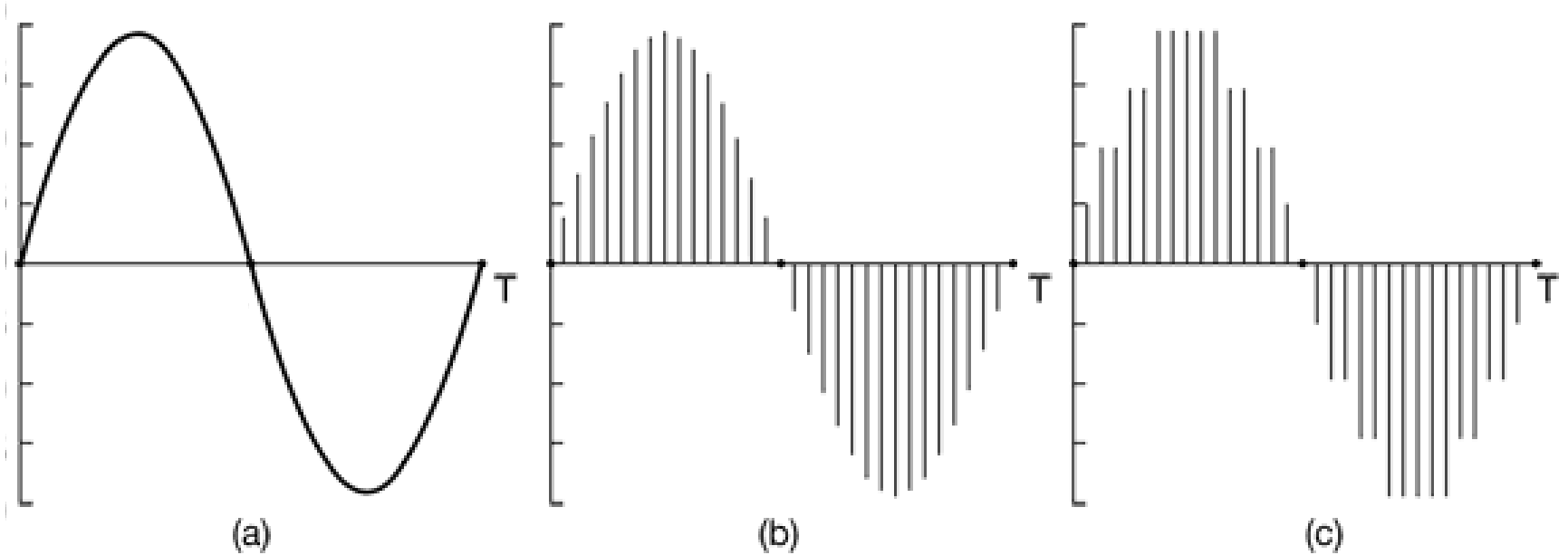
Esempio

$$A = 3 \quad f = 4 \text{ Hz}$$

$$y(t) = 3 \cdot \text{sen}(2\pi \cdot 4 \cdot t)$$



Campionamento e quantizzazione



Campionamento e quantizzazione

- Frequenza di campionamento (Sample Rate) = numero di campioni presi in un secondo
- Bit di quantizzazione = bit usati per memorizzare un campione

useremo questi parametri:

- **Sample Rate a 44.1 KHz** = 44100 campioni/secondo
- **Quantizzazione a 16 bit** => 2^{16} possibili valori per un campione (circa da $-2^{15} \dots +2^{15} - 1$)
- **Suono mono** (cioè un solo canale: no stereo)

Generazione dei campioni in C

- Codice per generare 1 secondo di suono ad ampiezza massima e frequenza 440Hz (LA) campionato a 44100 Hz, con campioni di 16 bit:

```
short int campioni[44100];
```

```
float delta = 1.0 / 44100;
```

```
for (i=0; i<44100; i++) {  
    campioni[i] = 32700 * sin( 2*PIGRECO * 440 * i * delta );  
}
```


Struttura di un file WAV

File offset (bytes)	field name	Field Size (bytes)
0	ChunkID	4
4	ChunkSize	4
8	Format	4
12	Subchunk1ID	4
16	Subchunk1Size	4
20	AudioFormat	2
22	NumChannels	2
24	SampleRate	4
28	ByteRate	4
32	BlockAlign	2
34	BitsPerSample	2
36	Subchunk2ID	4
40	Subchunk2Size	4
44	data	