

Tecnologie Multimediali

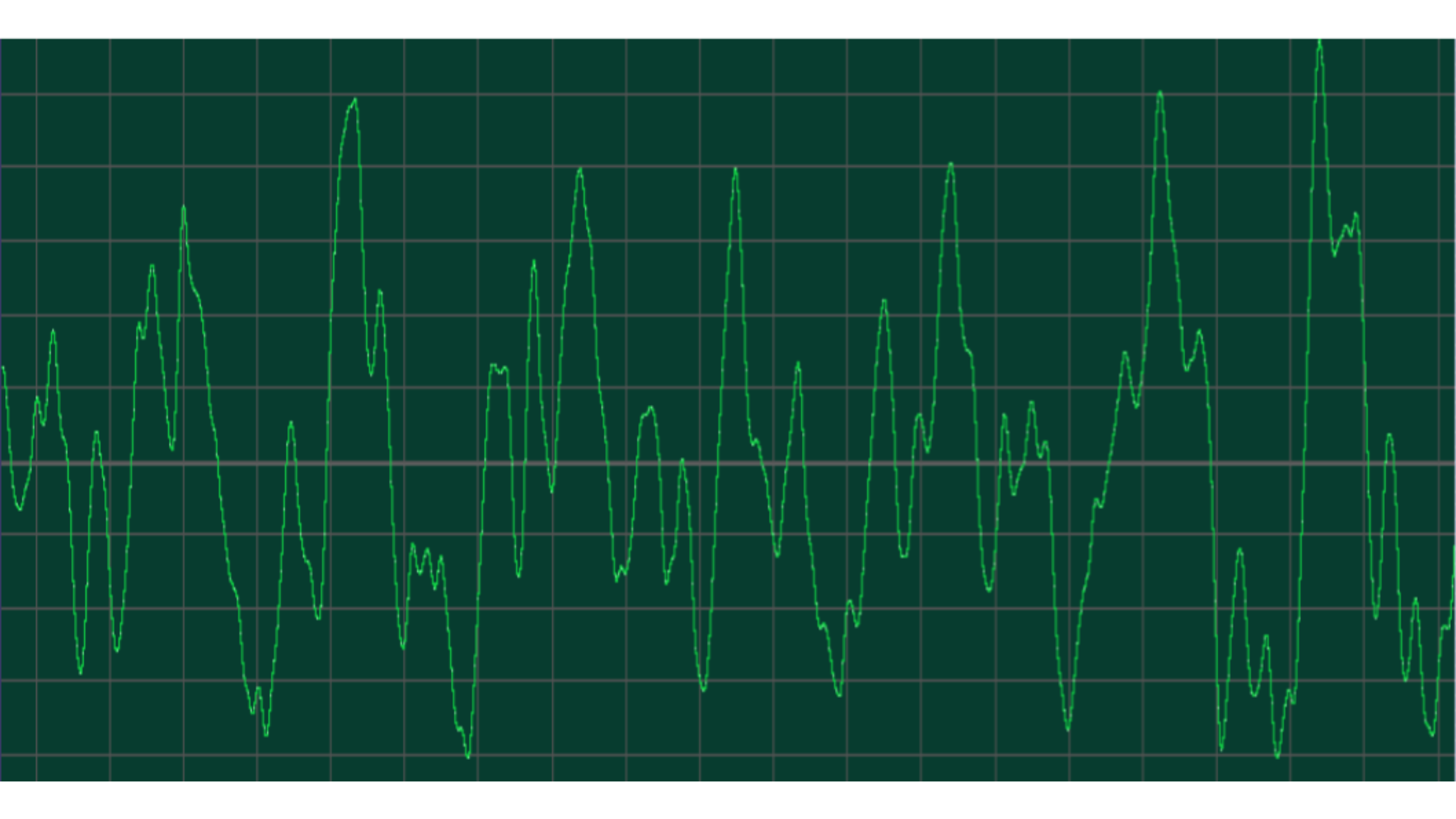
a.a. 2017/2018

Docente: DOTT.SSA VALERIA FIONDA

Il suono

IL SUONO

- Il suono è quello stimolo prodotto sul nostro orecchio dalla vibrazione di un corpo in oscillazione che si propaga in un mezzo (ad esempio l'aria o l'acqua). Anche il suono è, quindi, un'onda. Tale onda si propaga – attraverso l'aria – dalla sorgente al nostre orecchie.
- L'aria fa vibrare il nostro timpano come un tamburo e tale vibrazione viene trasformata in un impulso nervoso per il cervello.
- Ma come è fatta questa onda che arriva ai nostri timpani (oppure sulla membrana di un microfono)?



IL SUONO: DIGITALIZZAZIONE

Che cosa significa digitalizzare questo segnale?

- Significa trasformare la deformazione della membrana del microfono (o del nostro timpano) in un insieme di numeri, così da poterli trattare attraverso un computer.
- Anche in questo caso, è necessario effettuare le attività di campionamento e di digitalizzazione, ma su un segnale completamente diverso rispetto a quello utilizzato per le immagini.

Rappresentazione digitale dell'audio

IL CAMPIONAMENTO E LA QUANTIZZAZIONE

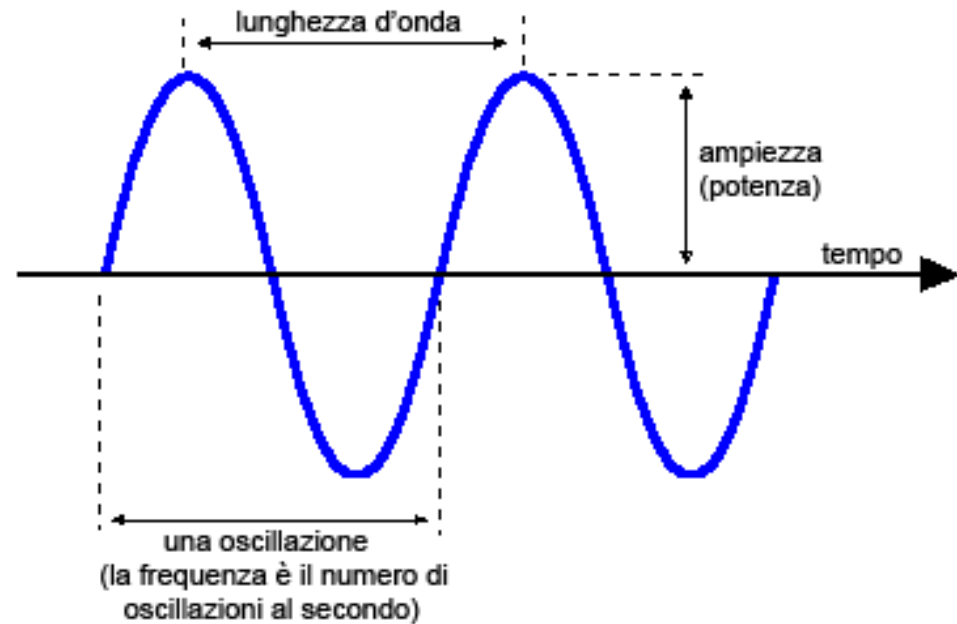
I dati multimediali vengono digitalizzati attraverso **due processi**:

1. **CAMPIONAMENTO** → vengono prelevati dei campioni rappresentativi del dato multimediale ad intervalli regolari di tempo.
2. **QUANTIZZAZIONE** → si approssima ogni campione con il valore digitale più vicino rappresentabile dal calcolatore.

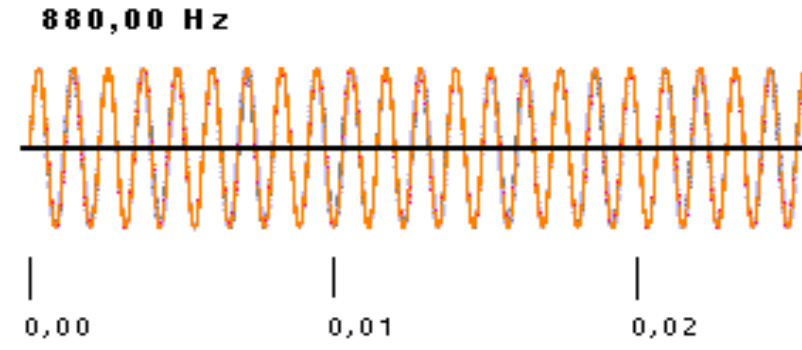
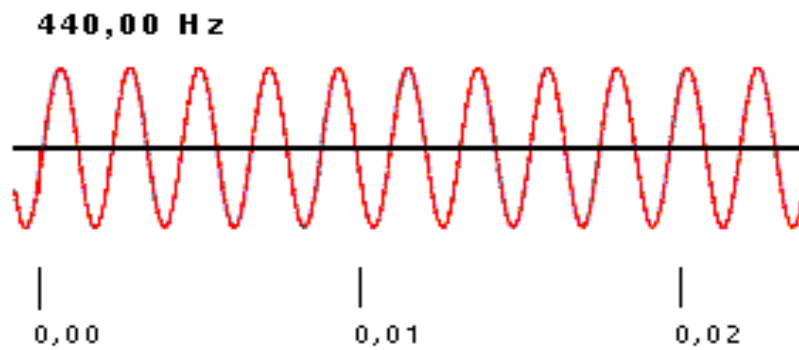
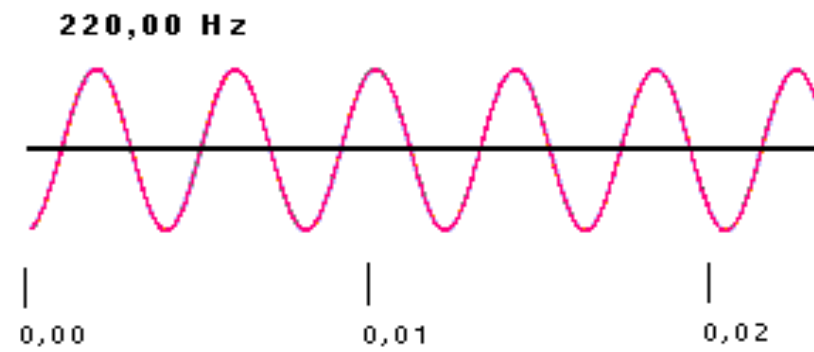
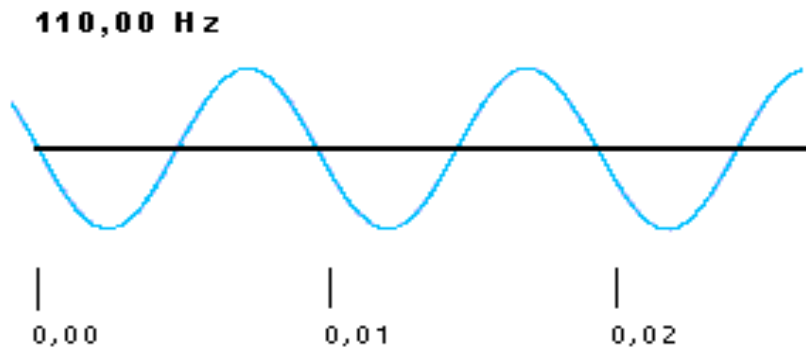
Nella digitalizzazione audio...

Consideriamo i **parametri fisici** dell'onda sonora:

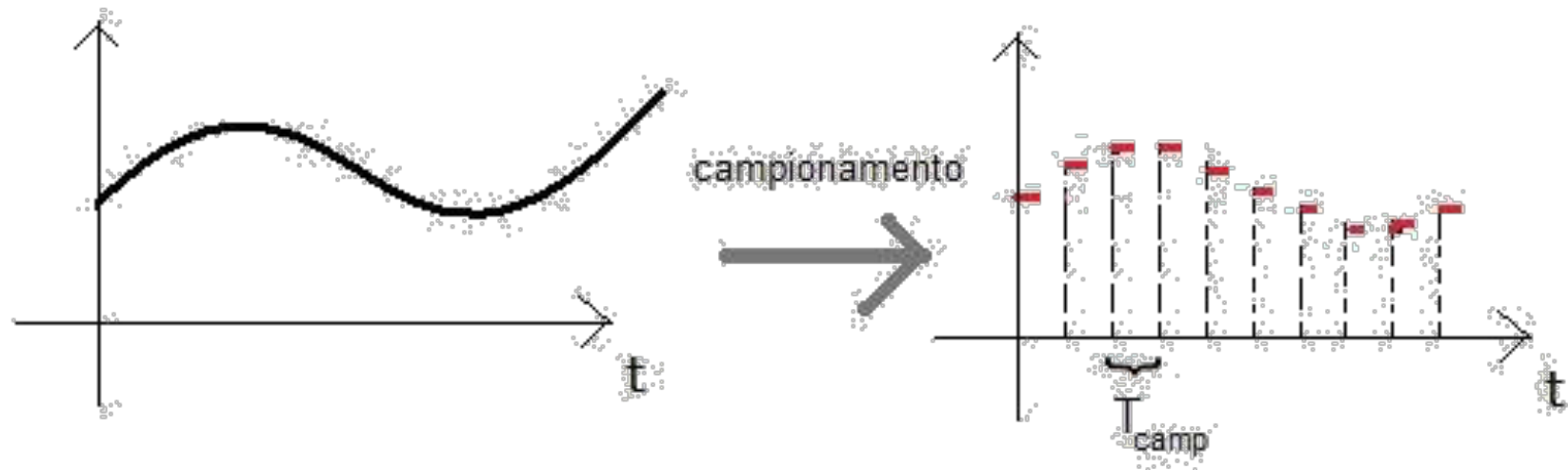
- **FREQUENZA**
- **TEMPO**
- **AMPIEZZA**
- **LUNGHEZZA D'ONDA**



FREQUENZA DELL'ONDA



1. CAMPIONAMENTO



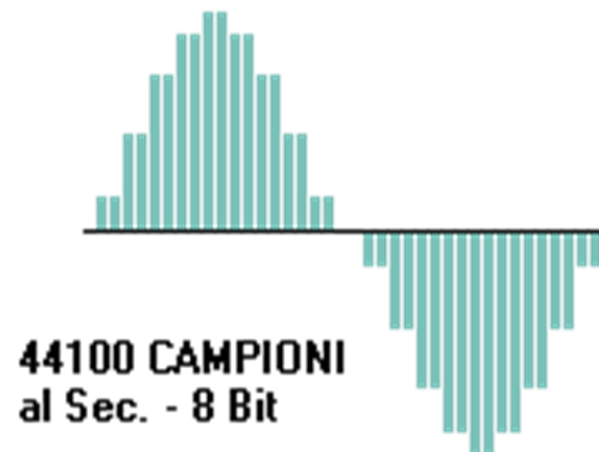
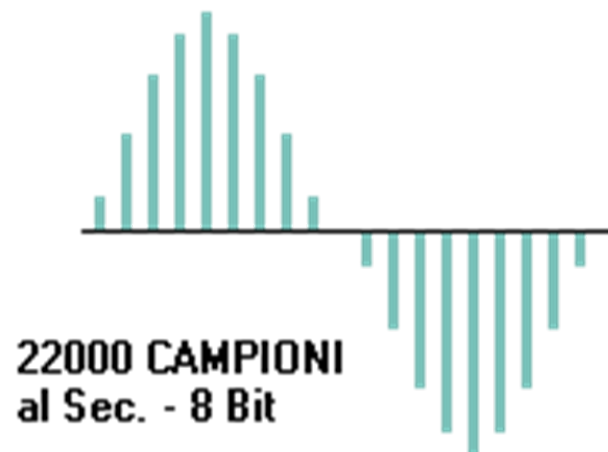
- Consiste nell'estrarre campioni da un segnale variabile, in corrispondenza di istanti di tempo successivi:
DISCRETIZZAZIONE DELLA VARIABILE TEMPO

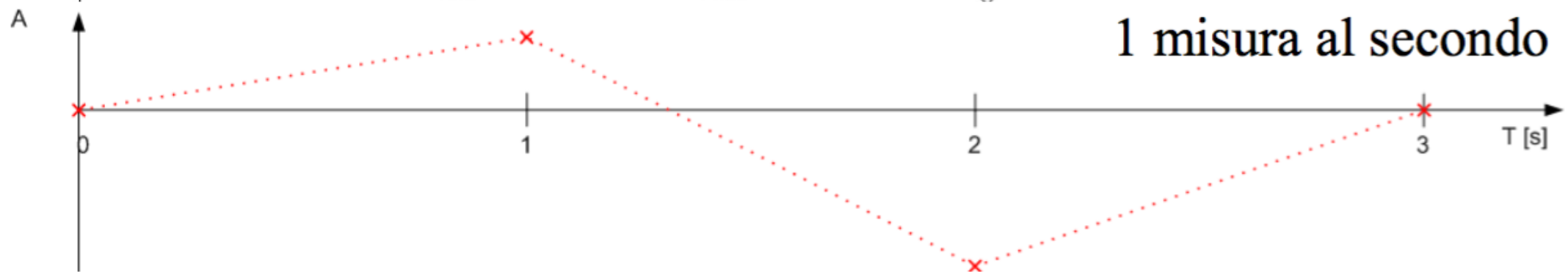
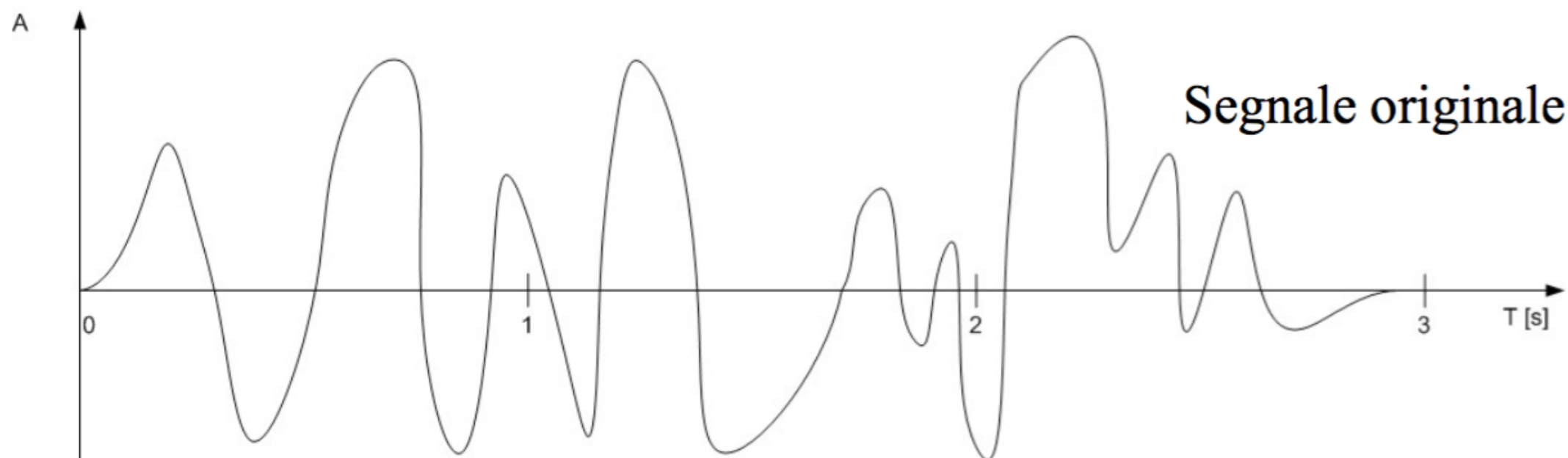
1. LA FREQUENZA DI CAMPIONAMENTO

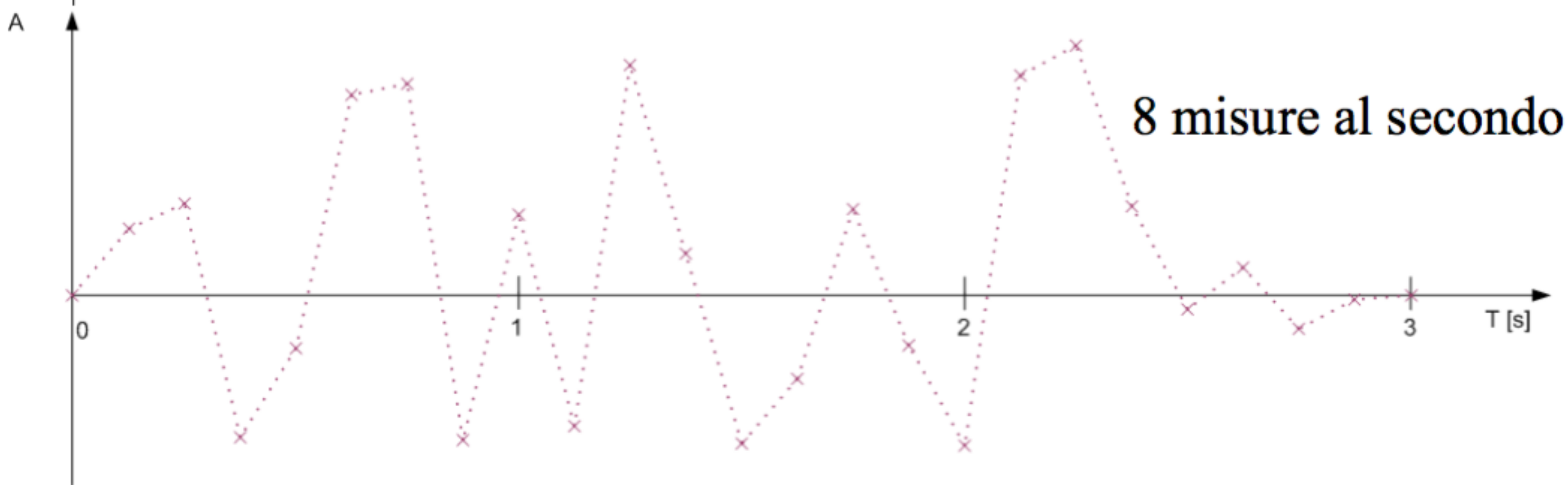
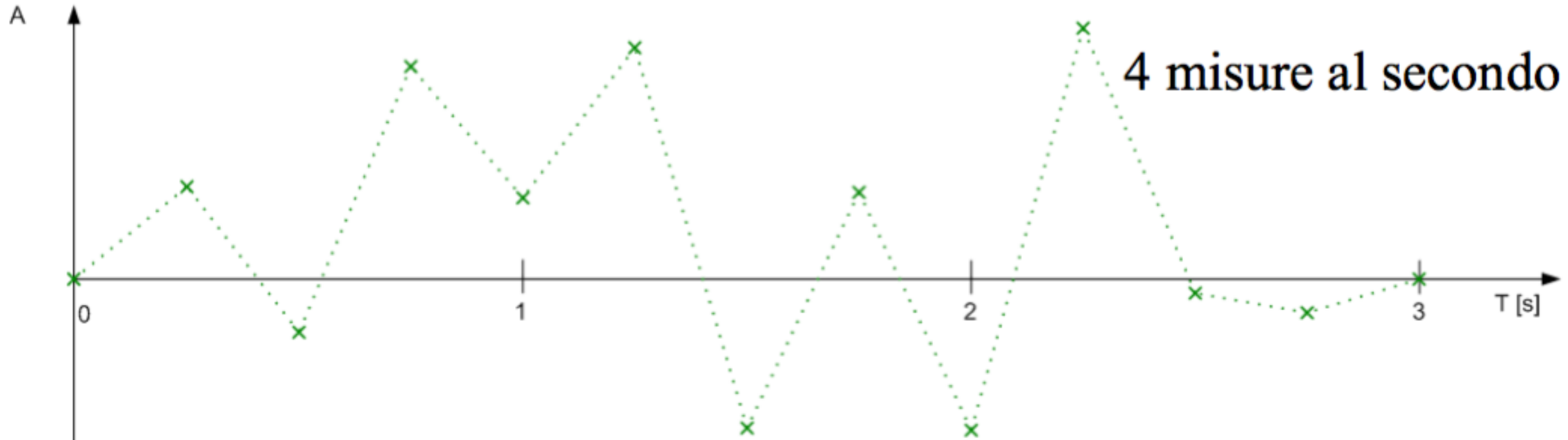
è la misura espressa in **hertz** del numero di volte al secondo in cui un segnale analogico viene misurato e memorizzato in forma digitale.

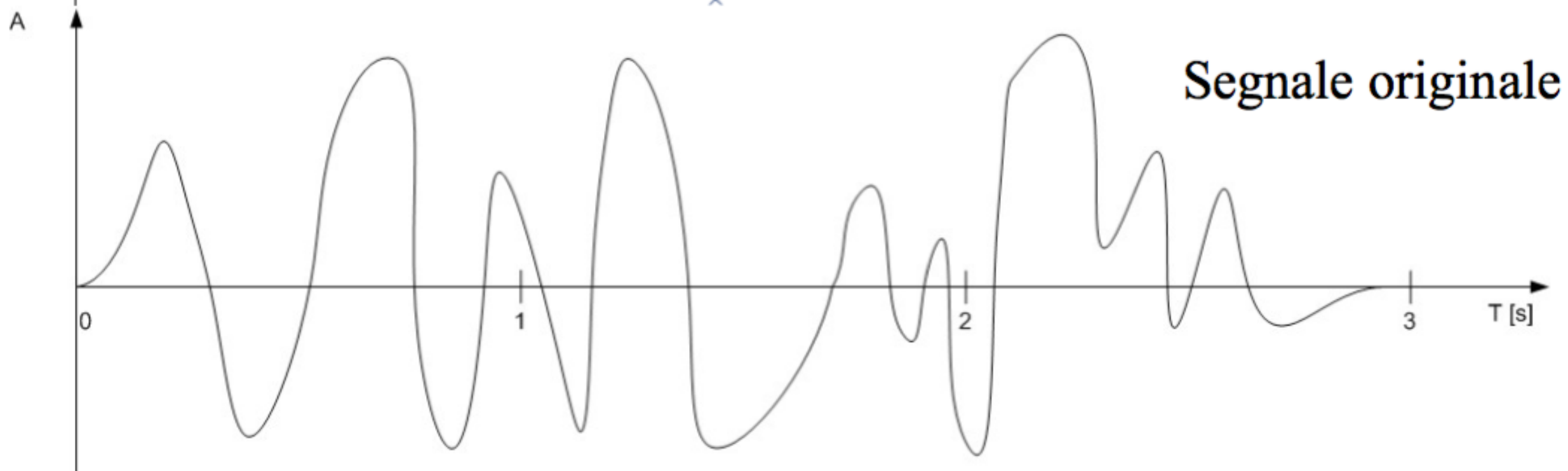
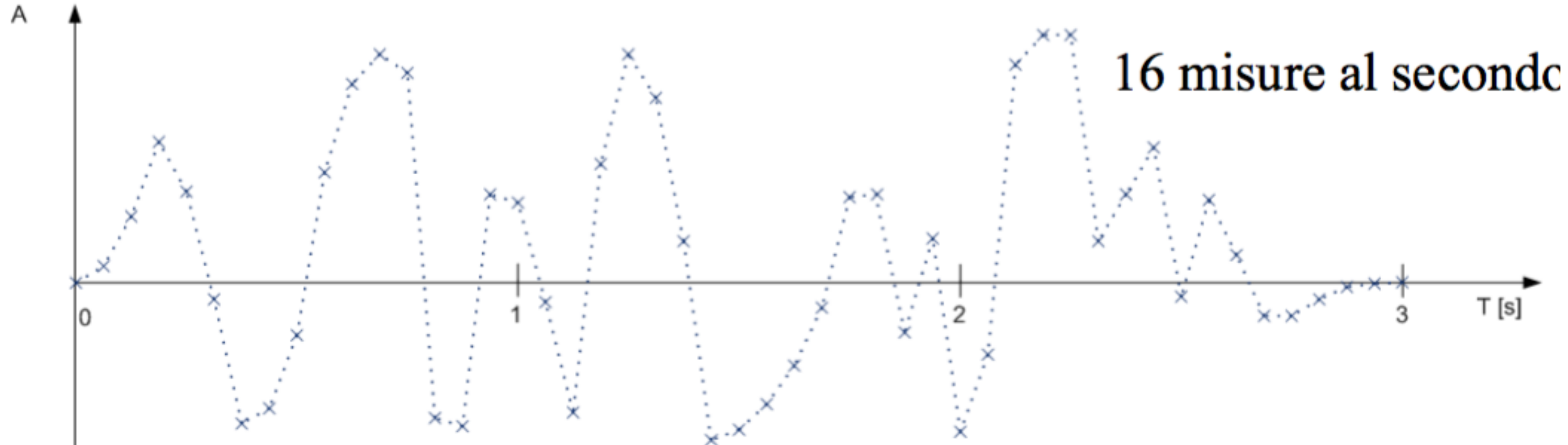
«Periodo di campionamento/frequenza di campionamento =
campione per secondo»

- Maggiore è la frequenza di campionamento, più accurata sarà la descrizione:









Scientific Notation

Term	Symbol	Multiple	Sci Not ⁿ
Terra	T	1 000 000 000 000	$\times 10^{12}$
Giga	G	1 000 000 000	$\times 10^9$
Mega	M	1 000 000	$\times 10^6$
kilo	k	1 000	$\times 10^3$
Units	Eg. meters	1	$\times 10^0$
milli	m	1 / 1 000	$\times 10^{-3}$
micro	μ	1 / 1 000 000	$\times 10^{-6}$
nano	n	1 / 1 000 000 000	$\times 10^{-9}$
pico	p	1 / 1000 000 000 000	$\times 10^{-12}$



1. CAMPIONAMENTO

In fase di acquisizione di un segnale audio, come già visto per le immagini, è necessario domandarsi quale sia la frequenza ideale di campionamento.

- non esiste un valore corretto *a priori*.

Poiché ad un minore intervallo tra un campionamento ed un altro corrisponde una maggiore quantità di informazioni acquisite tale valore dipende dalla tipologia di informazioni che si intende acquisire. Nel caso delle immagini, le informazioni d'interesse sono i dettagli e per l'audio?

- Le frequenze che compongono il segnale
- Ogni suono, infatti, può essere trattato come una opportuna combinazione di onde acustiche di frequenza diversa.
- Questo è evidente pensando alla musica: ascoltando un'orchestra che suona, l'onda che arriva alle nostre orecchie è la somma delle onde prodotte da ogni singolo strumento.

1. CAMPIONAMENTO

Qual'è la massima frequenza che il nostro orecchio è in grado di percepire?

- L'orecchio umano è in grado – in media – di percepire frequenze comprese tra i 20 Hz ed i 20.000 Hz.
- Allora è sufficiente effettuare una misura ogni $1/20.000$ secondi?

1. CAMPIONAMENTO: il teorema di Nyquist-Shannon

A quanto corrisponde la giusta frequenza di campionamento?

Il teorema definisce la **minima frequenza**, detta **frequenza di Nyquist**, necessaria per campionare un segnale analogico senza perdere informazioni e per poter ricostruire il segnale analogico in un tempo continuo originario (ovvero per una ricostruzione fedele).

→ la frequenza minima di campionamento è pari al **doppio della frequenza massima del segnale** (44,1KHz).

1. CAMPIONAMENTO: Esempio

Consideriamo un brano musicale della durata di 3,35 minuti.

- Se lo campioniamo ad una frequenza $f_c = 8000 \text{ Hz} = 8 \text{ KHz}$ otteniamo

$$3,35 \text{ min} \times 8000 \text{ campioni} = 215 \text{ sec} \times 8000 \text{ campioni} = 1720000 \text{ campioni} = 1,72 \text{ M campioni}$$

- Se lo campioniamo ad una frequenza $f_c = 16000 \text{ Hz} = 16 \text{ KHz}$ otteniamo

$$3,35 \text{ min} \times 16000 \text{ campioni} = 215 \text{ sec} \times 16000 \text{ campioni} = 3440000 \text{ campioni} = 3,44 \text{ M campioni}$$

1. CAMPIONAMENTO: Esercizi

Consideriamo un brano musicale della durata di 35 secondi.

- Se lo campioniamo ad una frequenza $f_c = 2000$ Hz quanti campioni otteniamo?

$35 \text{ sec} \times 2000 \text{ campioni} = 70000 \text{ campioni} = 70 \text{ K campioni}$

1. CAMPIONAMENTO: Esercizi

Consideriamo un brano musicale della durata di 1 minuto e 15 secondi.

- Se lo campioniamo ad una frequenza $f_c = 3\text{KHz}$ quanti campioni otteniamo?

1 min e 15 sec x 3000 campioni = 225000 campioni = 225 K
campioni

1. CAMPIONAMENTO: Esercizi

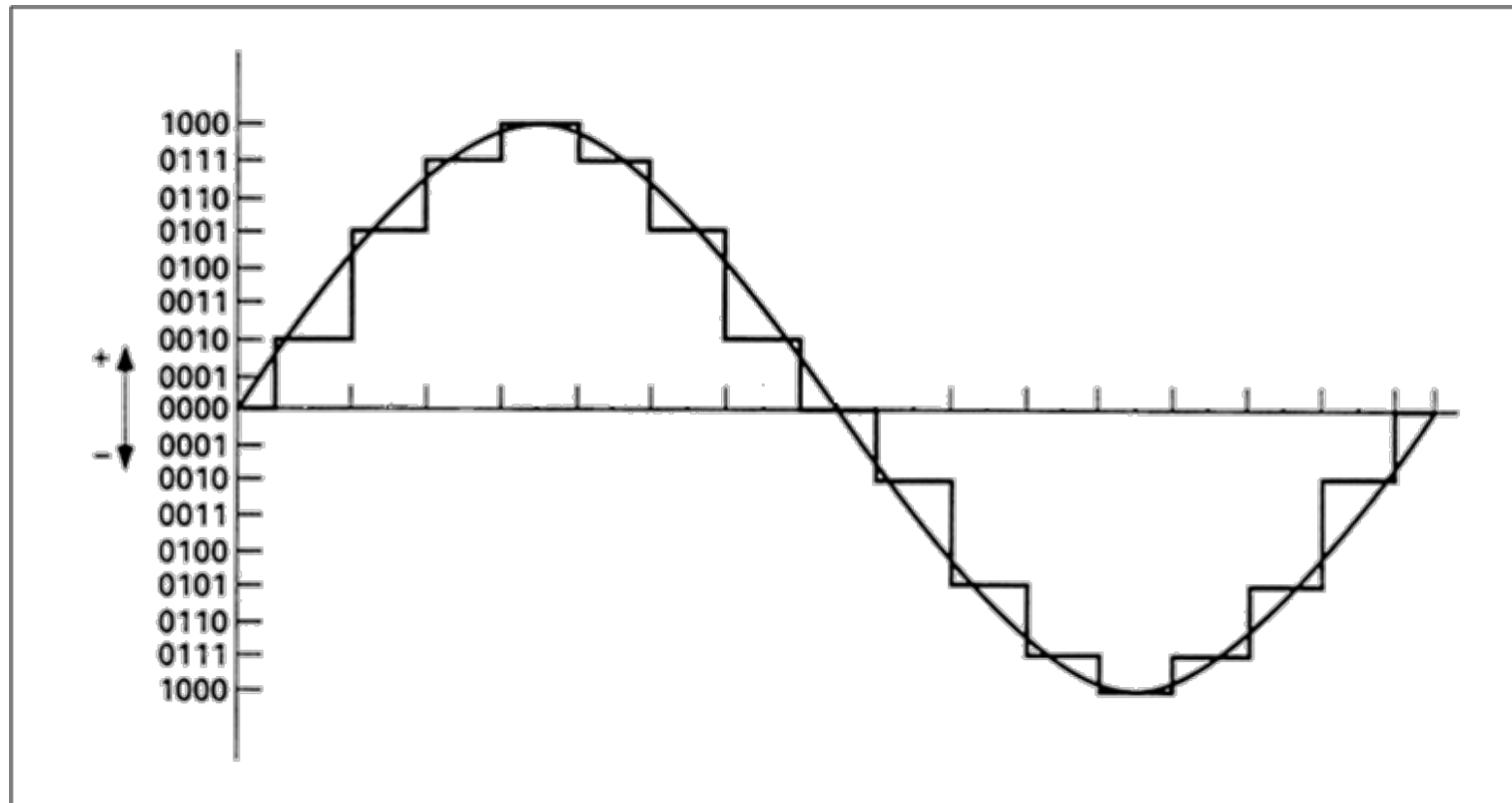
Consideriamo un brano musicale della durata di 1 minuto e 15 secondi.

- Se lo campioniamo ad una frequenza $f_c = 14,5\text{KHz}$ quanti campioni otteniamo?

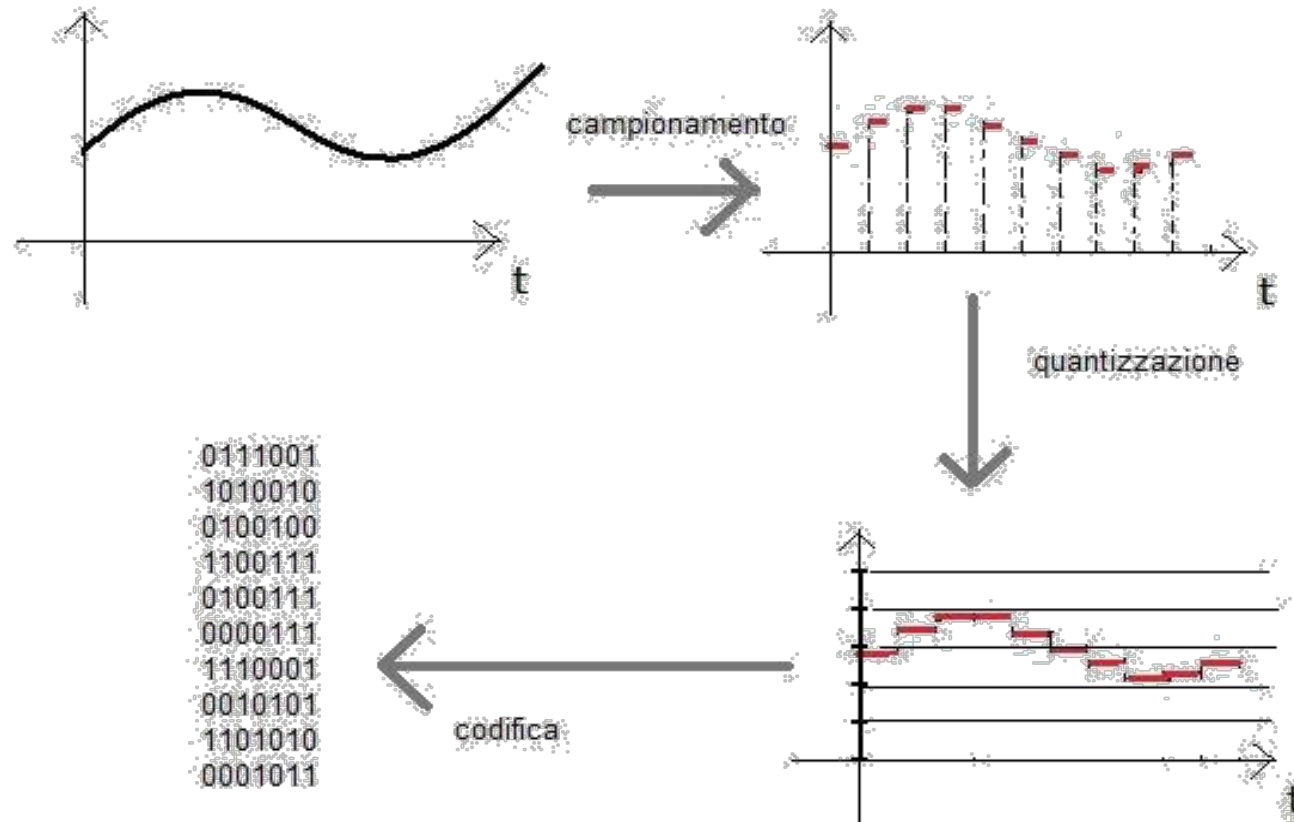
1 min e 15 sec x 14500 campioni = 1.087.500 campioni = 1,087 M
campioni

2. QUANTIZZAZIONE

- Dopo il campionamento, la conversione analogico-digitale viene completata con la quantizzazione, che consiste nell'associare ad ogni campione un **valore discreto**.



➡ Dopo ogni periodo di campionamento :
→ si preleva un campione → si quantizza il segnale analogico in quell'istante (**QUANTIZZAZIONE**) → si produce una sequenza di parole binarie che corrispondono all'andamento del segnale (**CODIFICA**).



2. QUANTIZZAZIONE: Esempio

Consideriamo un brano musicale della durata di 3,35 minuti e rappresentato da 1720000 campioni con una frequenza di 8 KHz.

- Se usiamo 8 livelli di quantizzazione, ogni campione può essere rappresentato da 3 bit:

$$1720000 \text{ campioni} \times 3 \text{ bit} = 5160000 \text{ bit} = 0,62 \text{ MB}$$

- Se usiamo 256 livelli di quantizzazione, ogni campione può essere rappresentato da 8 bit:

$$1720000 \text{ campioni} \times 8 \text{ bit} = 13760000 \text{ bit} = 1,64 \text{ MB}$$

2. QUANTIZZAZIONE: Esercizi

Consideriamo un brano musicale della durata di 35 secondi e rappresentato da 80000.

- Se usiamo 3 bit per ogni campione quanto occupa il brano digitalizzato?

$80000 \text{ campioni} \times 3 \text{ bit} = 240.000 \text{ bit} = 30.000 \text{ Byte} = 29,3 \text{ KB}$

- Se usiamo 40 livelli di quantizzazione per ogni campione quanto occupa il brano digitalizzato?

$80000 \text{ campioni} \times 6 \text{ bit} = 480.000 \text{ bit} = 60.000 \text{ Byte} = 58,59 \text{ KB}$

2. QUANTIZZAZIONE: Esercizi

Consideriamo un brano musicale della durata di 35 secondi campionato a una frequenza di 16KHz.

- Se usiamo 100 livelli di quantizzazione per ogni campione quanto occupa il brano digitalizzato?

$560.000 \text{ campioni} \times 7 \text{ bit} = 3.920.000 \text{ bit} = 490.000 \text{ Byte} = 478.52 \text{ KB} = 0,47 \text{ MB}$

- **CODIFICA**

Il **BITRATE** è il valore che indica quanti bit vengono usati per codificare un secondo di musica: si esprime in bit per secondo (bit/s).

- Per ottenere il bitrate si considera:
 - **Frequenza campionamento**: campione/secondo = 44,1 kHz
 - **Quantizzazione**: numero di bit per campione = 16bit

... quindi il BITRATE (**numero di bit per secondo**) di un file non compresso è: $44,1\text{kHz} \times 16 = 7056000 \text{ bps} = 6,7 \text{ Mbps}$.

3. CODIFICA: Esempio

- Consideriamo un brano musicale campionato con una frequenza di 8 KHz e rappresentato da 256 livelli di quantizzazione, ovvero 8 bit, ha un bit-rate:

$8000 \text{ campioni al secondo} \times 8 \text{ bit} = 64.000 \text{ bit-per-secondo} =$
 $64.000 \text{ bps} = 62,5 \text{ Kbps}$

- Consideriamo un brano musicale di 3,35 min con bit-rate 62,5 kbps. Occupa:

$215 \text{ sec} \times 62,5 \text{ kbps} = 13437,5 \text{ Kb} = 1,64\text{MB}$

3. CODIFICA: esercizio

- Consideriamo un brano musicale campionato con una frequenza di 11,15 KHz e rappresentato da 92 livelli di quantizzazione. Qual è il suo bit-rate?

$11.150 \text{ campioni al secondo} \times 6 \text{ bit} = 66.900 \text{ bps} = 65,33 \text{ Kbps}$

ESERCIZIO

Un secondo di suono campionato a 512 Hz occupa 1KB. Quanti valori distinti si possono avere per i campioni?

- Poichè vengono memorizzati 512 campioni al secondo, avremo in tutto 512 campioni (stiamo considerando un solo secondo di suono).
- Visto che il file sonoro di 512 campioni occupa 1 KB, cioè 1024 byte, ogni singolo campione occuperà $1024 / 512 = 2$ byte, ovvero 16 bit.
- Quindi si potranno avere $2^{16} = 65536$ valori distinti per i campioni.