UniGe | MaLGa

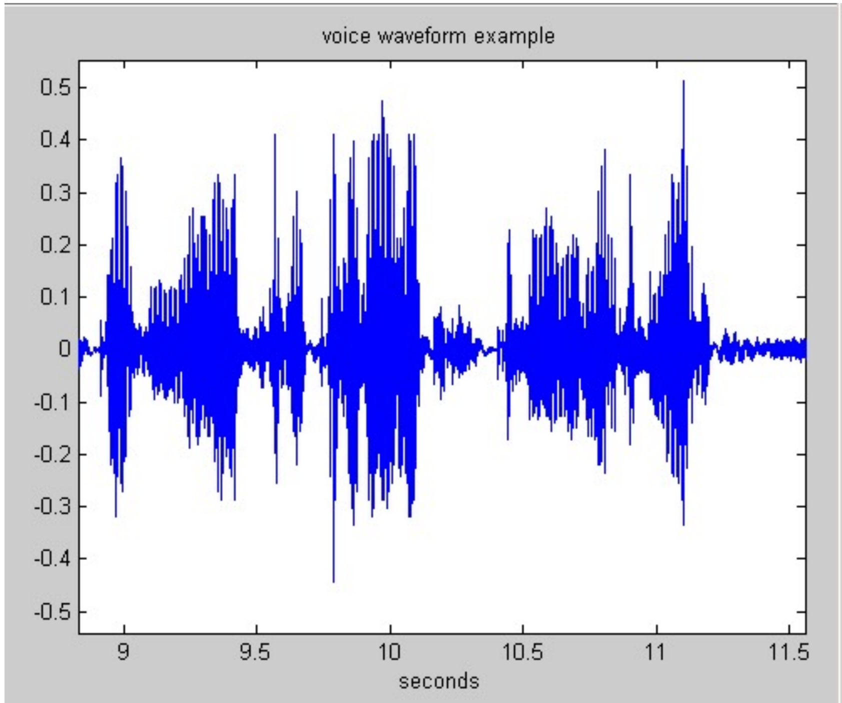
# Introduzione

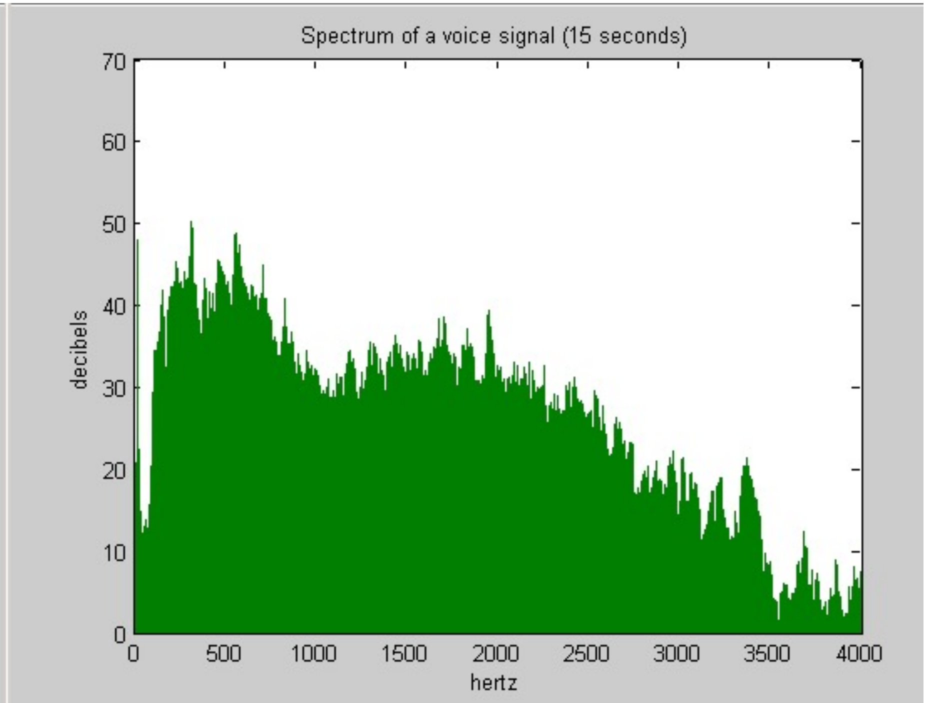
Fondamenti Elaborazione dei Segnali e Immagini (FESI)

Francesca Odone francesca.odone@unige.it

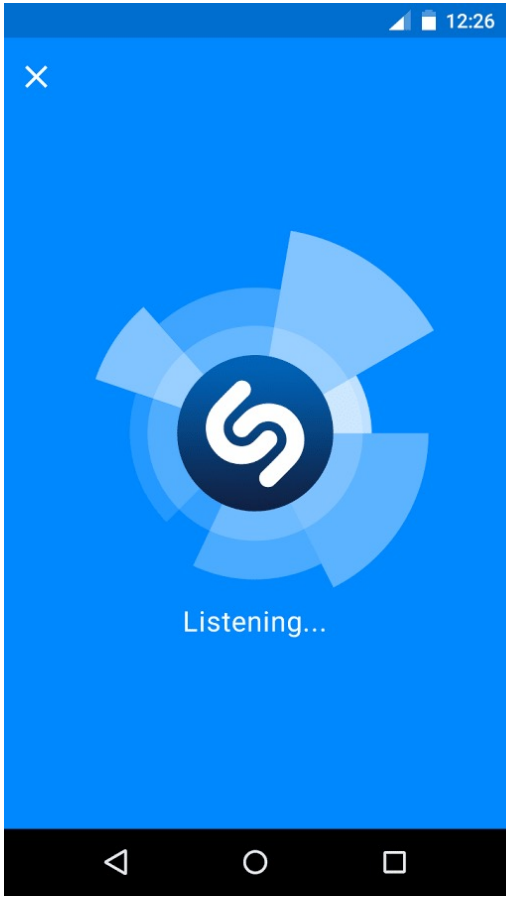
# Gli ingredienti principali

# Gli ingredienti del corso: segnali 1D e 2D

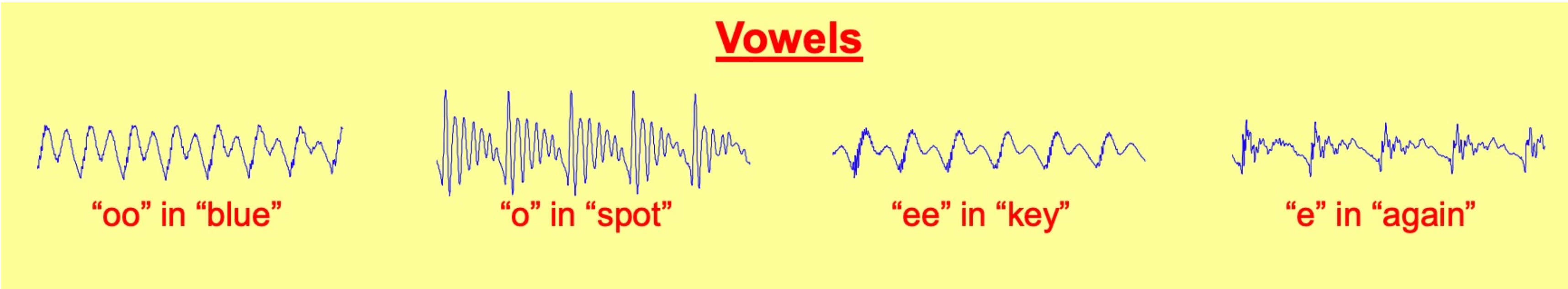


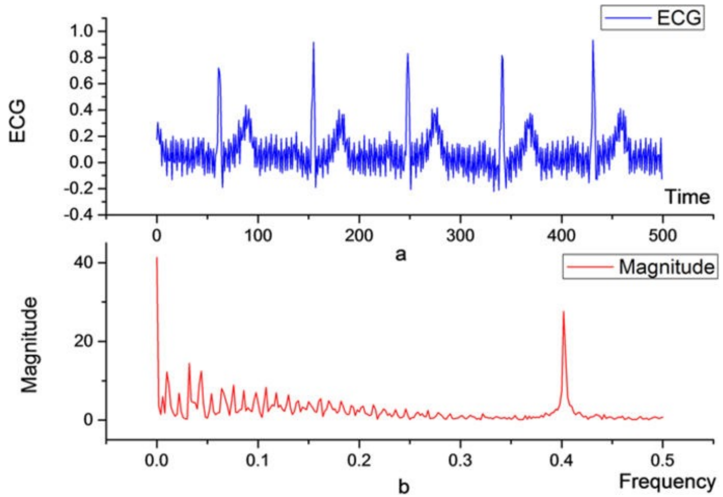
# Esempi: musica

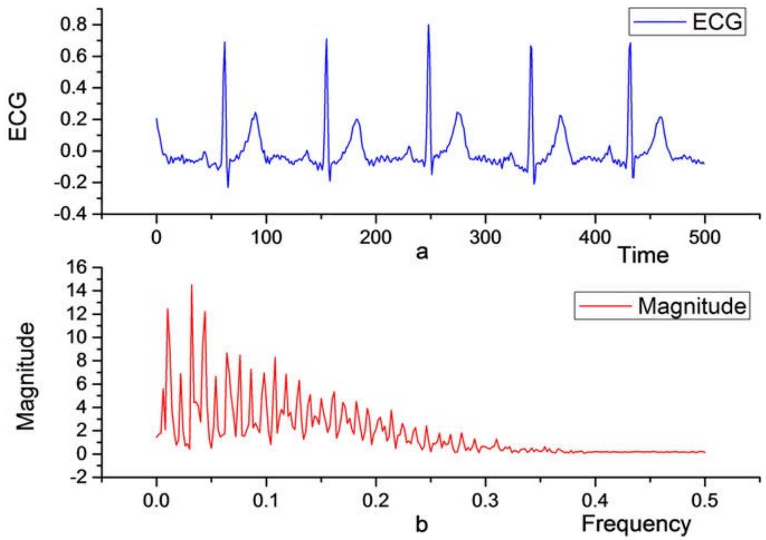


# Esempi: parlato

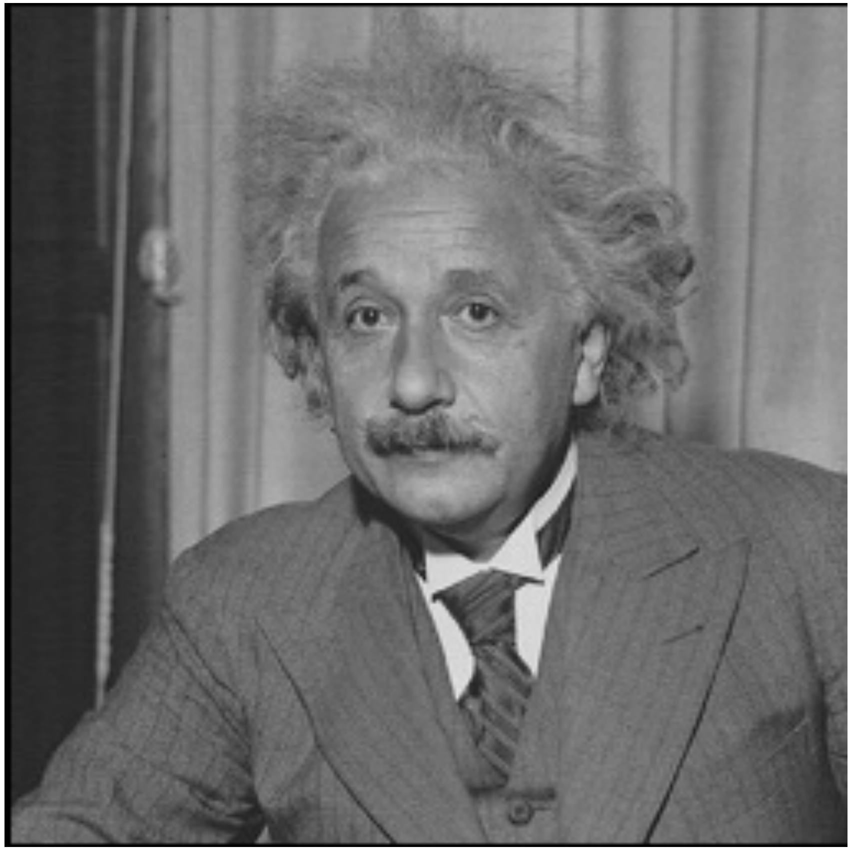


# Esempi: ECG e EEG



# Esempi:
# immagini pittoriche (foto) a livelli di grigio



# Immagine digitale

Dimensione dell'immagine = numero di pixel
Convenzione: righe x colonne

## Matrice di numeri

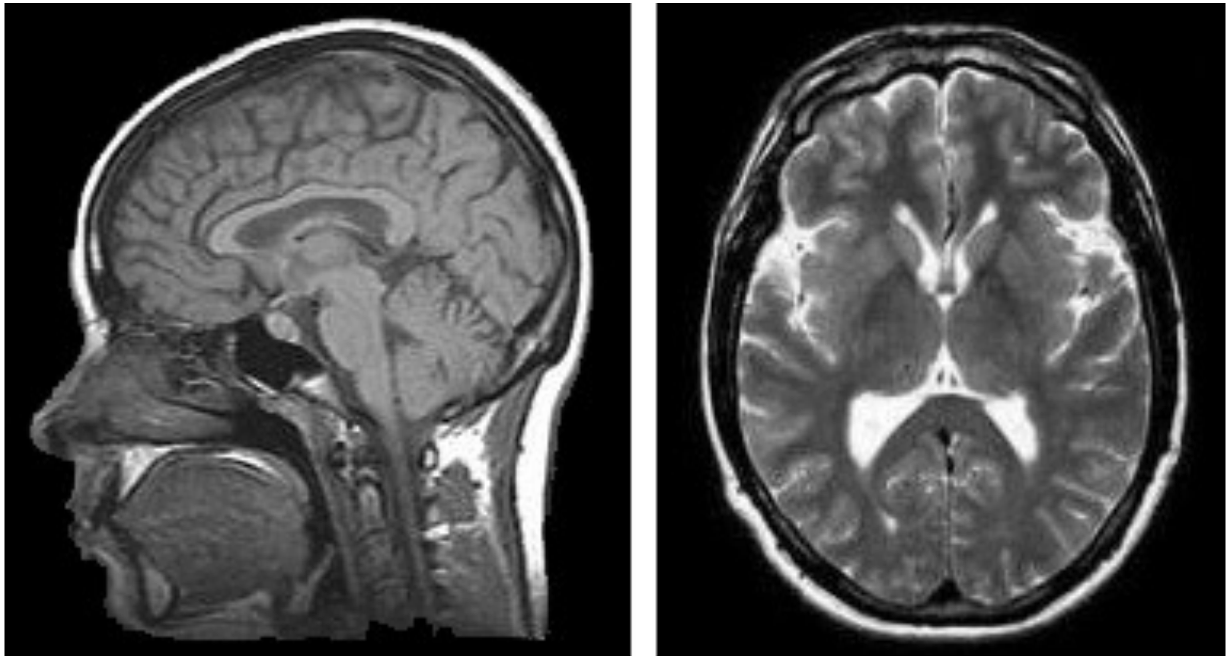
COLONNA

RIGA

| | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 98 | 103 | 102 | 110 | 118 | 118 | 119 | 119 | 118 | 118 | 109 | 88 |
| 98 | 105 | 101 | 110 | 118 | 118 | 119 | 118 | 116 | 113 | 105 | 84 |
| 92 | 98 | 96 | 109 | 116 | 121 | 130 | 130 | 142 | 141 | 151 | 145 |
| 95 | 98 | 98 | 104 | 110 | 112 | 124 | 127 | 148 | 147 | 157 | 159 |
| 95 | 98 | 98 | 104 | 110 | 112 | 124 | 127 | 148 | 147 | 157 | 159 |
| 103 | 104 | 107 | 111 | 116 | 121 | 128 | 128 | 137 | 135 | 146 | 169 |
| 101 | 106 | 106 | 110 | 116 | 119 | 128 | 128 | 134 | 133 | 145 | 166 |
| 99 | 109 | 106 | 118 | 127 | 131 | 143 | 145 | 154 | 153 | 155 | 168 |
| 102 | 110 | 110 | 121 | 131 | 136 | 148 | 148 | 157 | 157 | 160 | 169 |
| 102 | 110 | 111 | 124 | 136 | 140 | 153 | 154 | 164 | 165 | 167 | 174 |
| 105 | 113 | 112 | 124 | 130 | 135 | 147 | 147 | 159 | 159 | 167 | 175 |
| 104 | 113 | 112 | 125 | 134 | 137 | 144 | 147 | 161 | 161 | 169 | 177 |
| 102 | 110 | 108 | 122 | 131 | 131 | 140 | 140 | 149 | 150 | 157 | 168 |
| 103 | 109 | 109 | 121 | 128 | 131 | 139 | 140 | 149 | 148 | 156 | 167 |
| 101 | 106 | 103 | 116 | 127 | 133 | 144 | 143 | 148 | 148 | 149 | 159 |
| 84 | 94 | 91 | 103 | 113 | 118 | 132 | 134 | 145 | 146 | 146 | 149 |
| 85 | 92 | 91 | 103 | 114 | 119 | 134 | 135 | 146 | 145 | 146 | 149 |
| 70 | 82 | 81 | 91 | 97 | 100 | 112 | 115 | 131 | 130 | 139 | 142 |
| 70 | 82 | 81 | 91 | 97 | 100 | 114 | 115 | 131 | 132 | 139 | 142 |
| 77 | 76 | 76 | 82 | 89 | 89 | 100 | 101 | 115 | 113 | 127 | 135 |
| 111 | 85 | 84 | 79 | 81 | 81 | 90 | 90 | 102 | 100 | 111 | 125 |
| 107 | 86 | 88 | 79 | 79 | 79 | 88 | 88 | 100 | 101 | 110 | 126 |

# Esempi:
# immagini pittoriche (foto) a colori

# Esempi: immagini mediche



# Più formalmente

# Definizione operativa

Un **segnale** descrive una grandezza fisica che varia nel tempo, nello spazio, o rispetto ad altre variabili indipendenti

Lo strumento matematico che utilizziamo per modellare i segnali sono le funzioni in una o più variabili

$$g = f(t)$$

Variabile dipendente
(valori della grandezza fisica)

Relazione funzionale
(continua o discreta)

Variabile indipendente
(coordinate)

# Segnali a tempo continuo o a tempo discreto

$$g = f(t)$$

Nei segnali a tempo continuo *t* assume valori reali

Nei segnali a tempo discreto *t* assume valori in un sottoinsieme discreto dei numeri reali, come risultato di un'operazione chiamata **CAMPIONAMENTO**

# Segnali a valori continui o a valori discreti

$$g = f(t)$$

Nei segnali a valori continui *g* assume valori reali

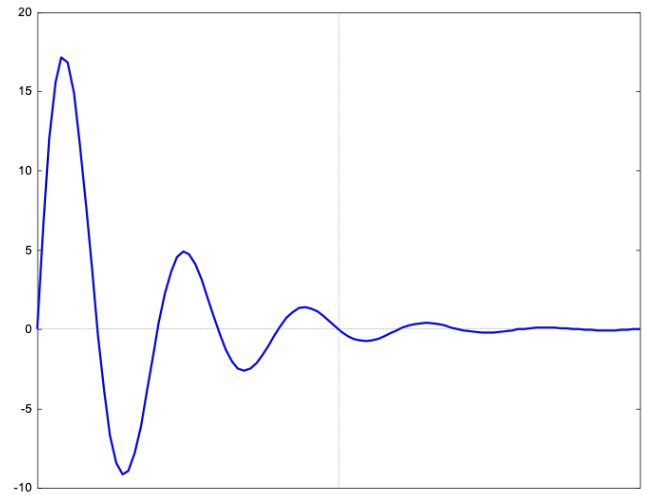
Nei segnali a valori discreti *g* assume valori in un sottoinsieme discreto dei numeri reali, come risultato di un'operazione chiamata **QUANTIZZAZIONE**

Un esempio tipico sono quantizzazioni con $2^m$ valori, codificabili con *m bit*

# Analogico e digitale

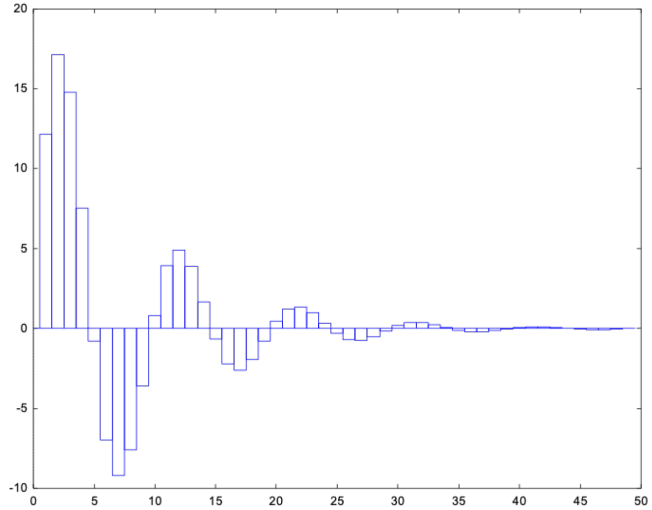
**Segnali analogici:**

tempo continuo valori continui

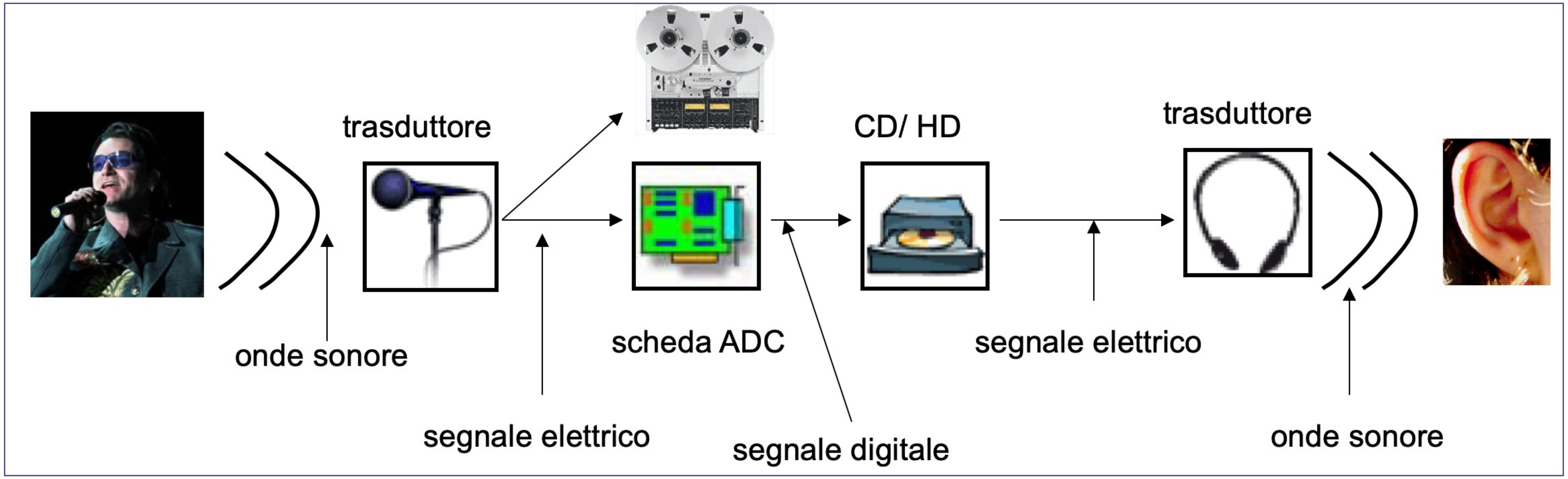


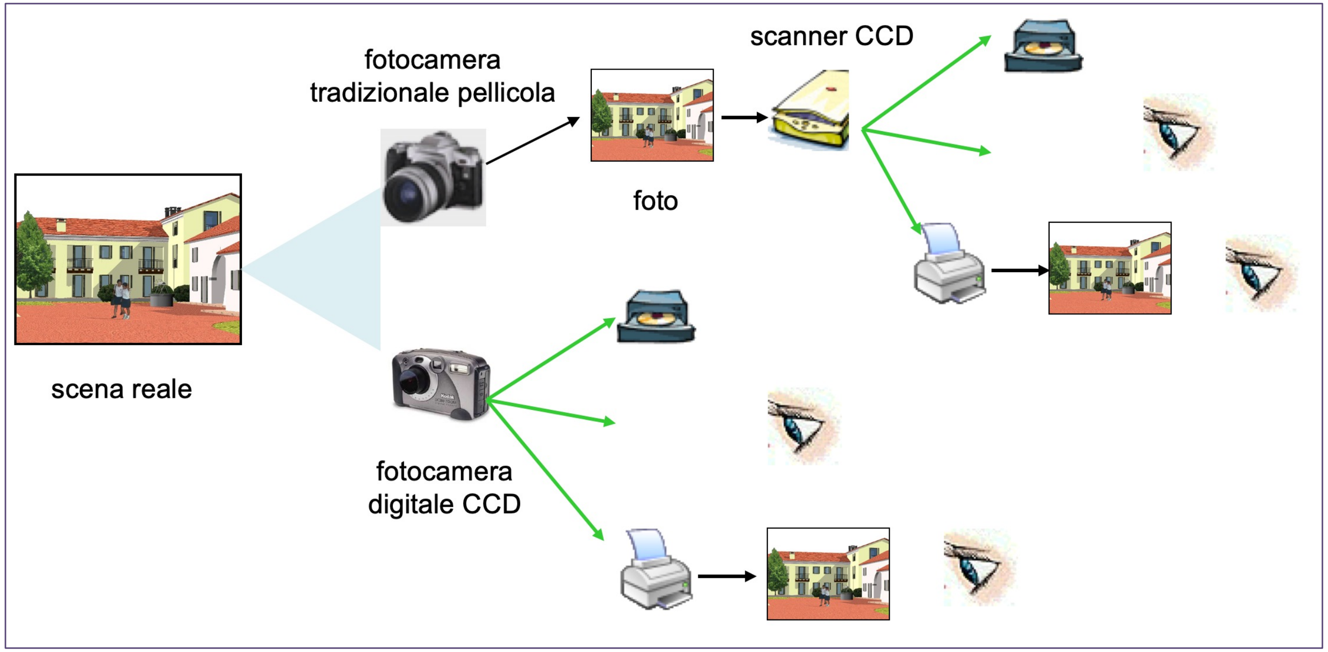

**Segnali digitali:**

a tempo discreto e valori discreti



# Convertitori analogico-digitali 1D e 2D

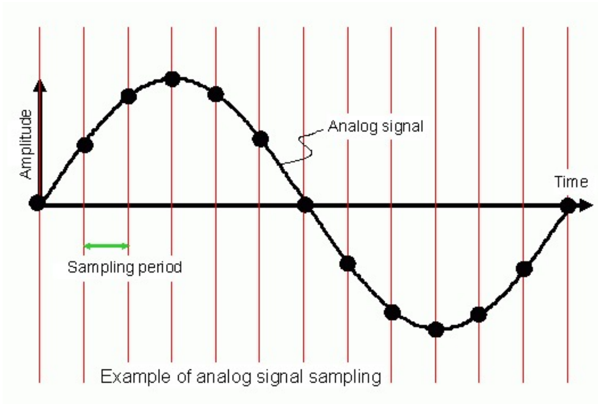


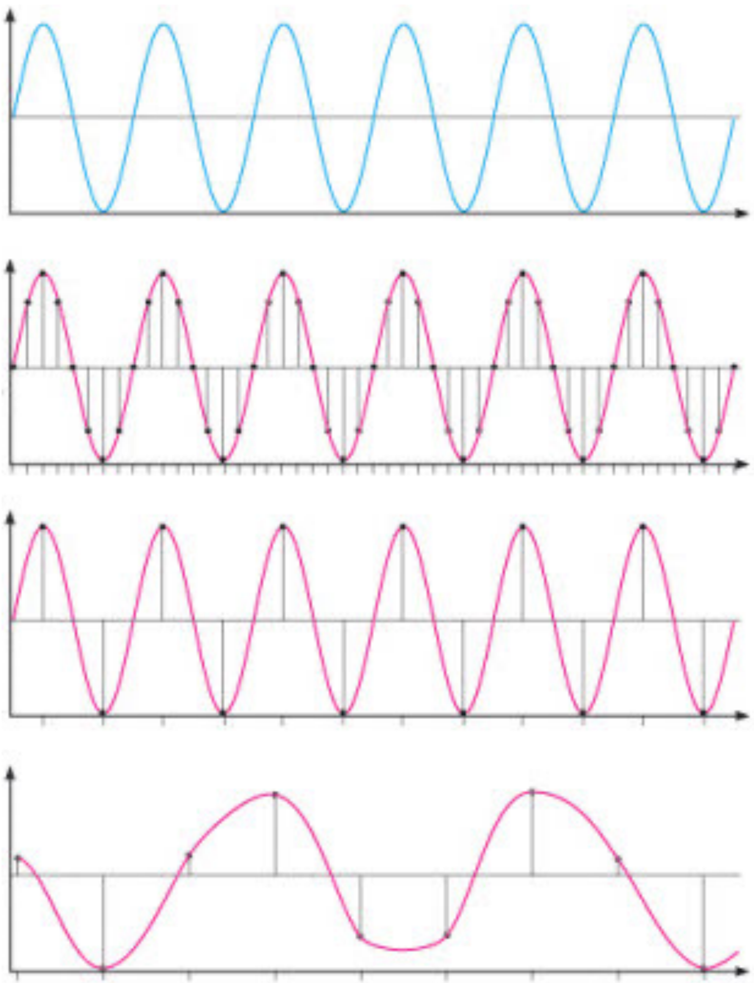
# Campionamento (in essence)


*Frequenza di campionamento* $\nu_s = \dfrac{1}{\tau}$ *Ampiezza intervallo di campionamento*

**Il sistema campionatore uniforme con frequenza di campionamento vs = 1/τ, trasforma quindi un segnale a tempo continuo f(t) nel segnale a tempo discreto f(nτ)**



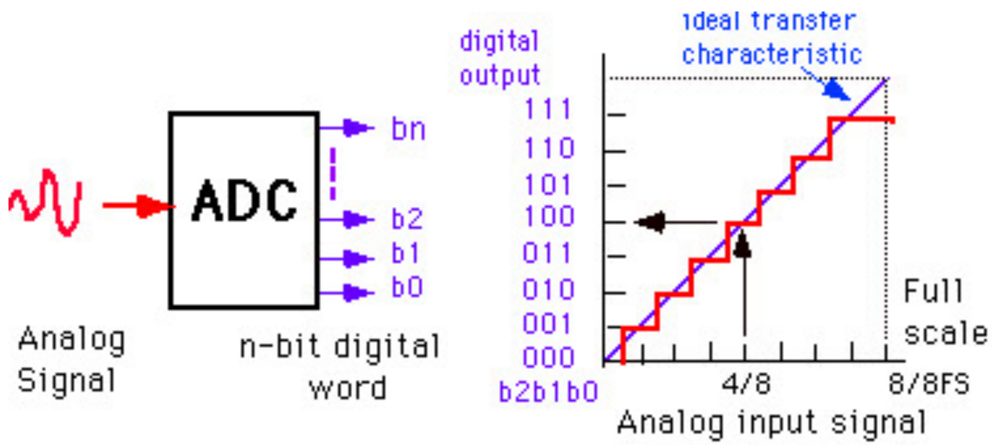
# Frequenza ideale di campionamento



# Quantizzazione

Un modo semplice di quantizzare consiste nel prefissare un un insieme finito di l valori numerici {x1, . . . , xl} e di associare ad ogni numero x il valore numerico xk che è più vicino a x.

Il passo ulteriore è quello della codifica dei valori dell'insieme {x1, . . . , xl} in parole binarie opportunamente codificate



# Quantizzazione, caso bidimensionale

*CODIFICA 8 BIT*

*CODIFICA 1 BIT*

# Trasformazioni

**Traslazione di una *quantità* $t_0$:**

$$\phi(t) = f(t - t_0)$$

**Scalatura**

$$\phi(t) = f(at)$$

a>1 compressione

0 < a < 1 rilassamento

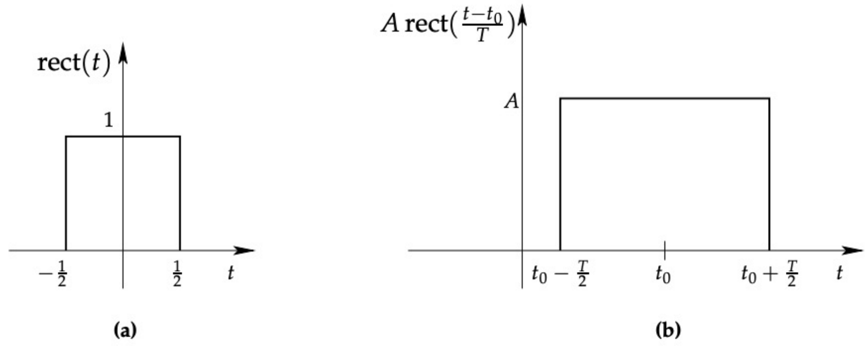
**Inversione**

$$\phi(t) = f(-t)$$

# Esempi di segnali notevoli

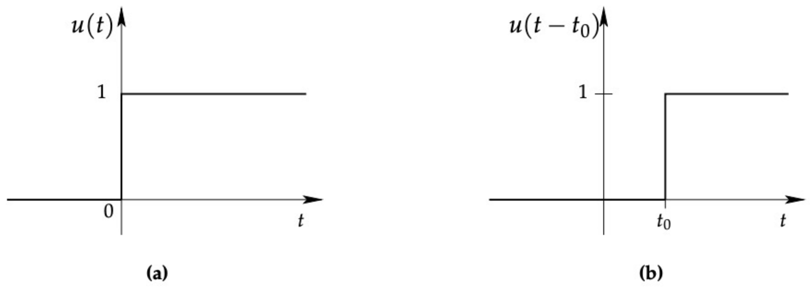
## Segnale rettangolare

$$\mathrm{rect}(t) = \begin{cases} 1, & \text{se } |t| < \frac{1}{2} \\ 0, & \text{se } |t| > \frac{1}{2} \end{cases}$$




## Segnale gradino

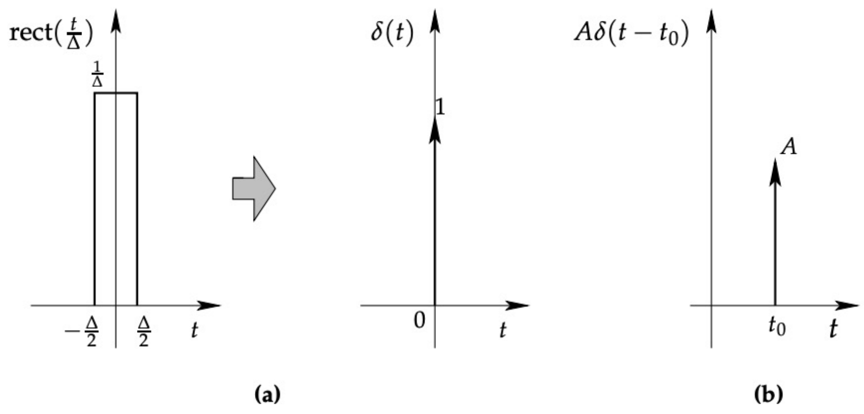
$$u(t) = \begin{cases} 1, & \text{se } t > 0 \\ 0, & \text{se } t < 0 \end{cases}$$



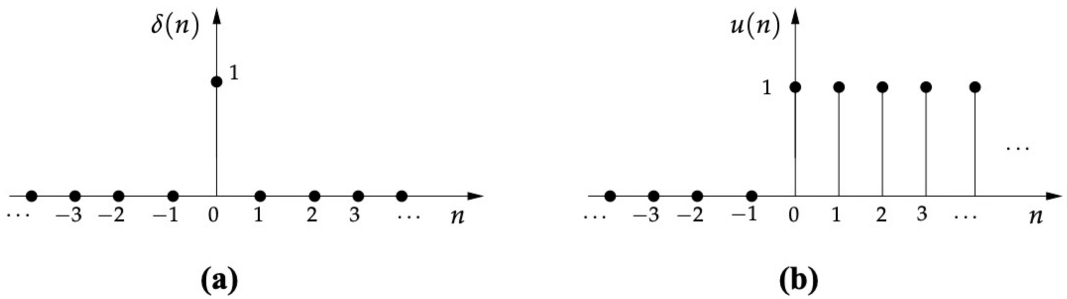
# Esempi di segnali notevoli

## Segnale impulso (o delta di Dirac)

$$\delta(t) = \begin{cases} \infty & \text{if } \ t = 0 \\ 0 & \text{if } \ t \neq 0 \end{cases}$$




## Impulso e gradino discreti



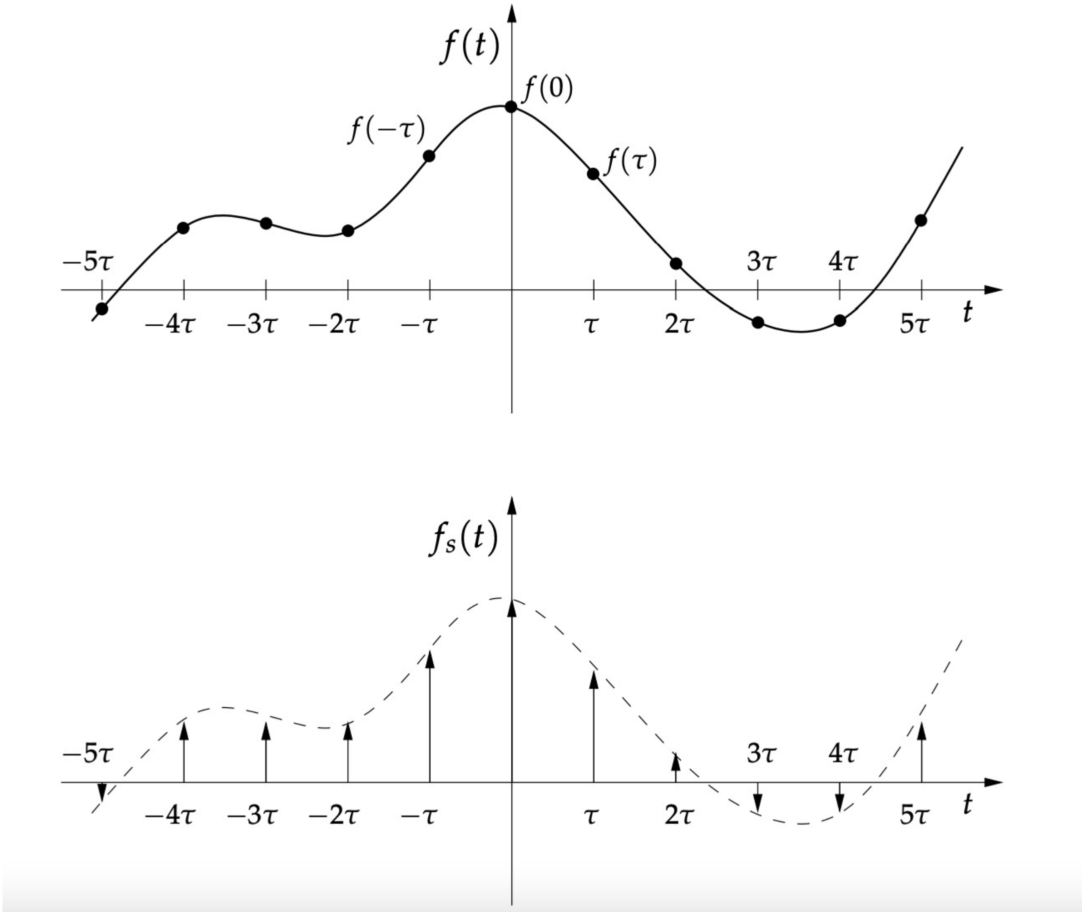

$$\delta(x) = \begin{cases} 1 & \text{if } \ x = 0 \\ 0 & \text{if } \ x \neq 0 \end{cases}$$

# Delta di Dirac e campionamento

## Proprietà della delta

$$\int_{-\infty}^{+\infty} f(t)\delta(t)dt = f(0)$$

$$\int_{-\infty}^{+\infty} f(t)\delta(t-\tau)dt = f(\tau)$$




## Treno di impulsi equispaziati

$$\delta_\tau(t) = \sum_{n=-\infty}^{+\infty} \delta(t-n\tau).$$

## Campionamento

$$f_s(t) = f(t)\delta_\tau(t) = \sum_{n=-\infty}^{+\infty} f(n\tau)\delta(t-n\tau)$$

UniGe

MaLGa