

## *Teoria dei Segnali*

**Prof. Fulvio Babich**  
***[babich@units.it](mailto:babich@units.it)***



# La battaglia di Maratona

- 490 a.C.
- Ateniesi: 10000 uomini. Persiani: 25000 uomini.
- Eucle (o **Filippide**) chiese, vanamente, l'aiuto degli Spartani, percorrendo circa 250 km 2 volte in 4 giorni.
- Filippide (Pheidippides) annunciò la vittoria agli ateniesi, percorrendo i poco meno di **40 km** che separano Maratona da Atene.
- La **maratona** divenne la gara simbolo delle Olimpiadi moderne, sulla distanza di **42,195 km** (dal 1908; distanza dal Castello di Windsor allo Stadio Olimpico di Londra).



- **Informazione** (esito della battaglia).
- **Sorgente di informazione**: evento (battaglia).
- **Destinatario di informazione** (cittadini di Atene).
- **Mezzo trasmissivo** (strada).
- **Segnale** (Filippide: supporto materiale dell'informazione).
- **Risorse**
  - Banda (utilizzo condiviso del mezzo trasmissivo)
  - Energia
- **Parametri**
  - Distanza
  - Qualità (ritardo, errori, distorsione)



Rendere possibile l'invio di **informazione**  
dalla **sorgente** a uno o più **destinatari**,  
sfruttando in modo efficiente le **risorse** a disposizione,  
nel rispetto dei vincoli di **qualità del servizio**.



**Modificare** il segnale  
in modo da renderlo più adatto per la **trasmissione**,  
in modo da facilitare il **recupero dell'informazione**  
dopo la ricezione,  
in modo da facilitare la **memorizzazione**.



## ■ Classificazione dimensionale

– Modello matematico dell'informazione: funzione di  $n$  variabili indipendenti.

- Voce:  $f(t)$ ,  $n=1$ .
- Immagine:  $f(x,y)$ ,  $n=2$ .
- Video:  $f(t,x,y)$ ,  $n=3$ .
- Video 3D:  $f(t,x,y,z)$ ,  $n=4$ .



– Modello matematico del segnale trasmesso.

- Funzione del tempo.



- Classificazione **qualitativa**
  - Segnali **utili** o desiderati.  
Associati all'informazione che si intende trasmettere o che si intende determinare.
  - **Disturbi** o interferenze  
Segnali associati a informazione utile per altri, ma di disturbo per l'informazione che si intende trasmettere.
  - **Rumore**  
Non porta alcuna informazione utile, ma interferisce ugualmente con il segnale utile. Di origine interna al sistema o esterna (rumore captato da un'antenna).



## ■ Classificazione **fenomenologica**

### – Segnali **determinati**

Il valore della funzione è perfettamente noto, per ogni valore della variabile indipendente:  $s(t)=\sin(2t)$ ,  $-\infty \leq t \leq \infty$ .

### – Segnali **deterministici**

Per conoscere il valore della funzione, è necessario assegnare dei valori a uno o più parametri:  $s(t)=\sin(\omega t)$ ,  $-\infty \leq t \leq \infty$ .

### – Segnali **aleatori**

L'evoluzione futura è imprevedibile, e può essere studiata solo mediante modelli e tecniche probabilistiche (processo aleatorio).



## ■ Analogica

- Voce (funzione a **valori reali** del tempo)
- Immagine (funzione a valori reali di due variabili spaziali)
- Video (funzione del tempo e dello spazio a valori reali)

## ■ Numerica (digitale)

- Misura di un sensore di allarme (a due valori)
- Testo (alfabeto di dimensione finita)
- Risultati di un programma di calcolo



## ■ Classificazione morfologica

Tiene conto dell'andamento temporale, e del numero di valori distinti che un segnale può assumere

- Tempo continuo (**valori reali**) /ampiezza continua (valori reali)
- Tempo continuo/ampiezza discreta (numero finito di valori)
- Tempo discreto (**valori interi**) /ampiezza continua
- Tempo discreto/ampiezza discreta (numero finito di valori)
- Trasmissione del segnale: opera a tempo continuo
- Elaborazione del segnale: opera a tempo discreto.



- L'**informazione** può essere di tipo **analogico** (la funzione che la rappresenta assume **valori reali**) o di tipo **numerico** o digitale (i valori appartengono a un insieme di **dimensione finita**).
- La **trasmissione** dell'informazione avviene utilizzando segnali **tempo continuo**.
- La trasmissione di informazione di tipo numerico utilizza tecniche di tipo numerico.
- L'**elaborazione** dell'informazione avviene utilizzando segnali **tempo discreto**.

