

# **ELETTRONICA**

CdS Ingegneria Biomedica

## **LEZIONE I.01**

Introduzione all'elettronica

### **Cos'è l'elettronica**

Breve storia

Elettronica e informazione

### **Segnali elettronici e rumore**

Definizioni & notazioni

### **Progetto di un sistema elettronico**

Flusso di progetto

Definizione delle specifiche

Parte 1

# **Cos'è l'elettronica**

**Brevissima storia**  
**Il concetto di informazione**  
**Il concetto di segnale**

# Brevissima storia (1)

- **L'elettronica nasce e si sviluppa nel corso del '900**
  - **Capacità di “manipolare” grandezze elettriche**
    - Amplificare, elaborare, trasmettere sotto forma di onde elettromagnetiche
  - **Evoluzione continua di componenti e tecnologie**
    - Valvole termoioniche, transistori, circuiti e sistemi integrati
    - L'incredibile “legge di Moore”, vera da 30 anni: “le prestazioni dei sistemi elettronici integrati raddoppiano ogni 18 mesi...”
    - 6 ordini di grandezza tra gli anni '70 e oggi
  - **Sistemi elettronici entrano nella storia**
    - Radio, televisione, radar, convertitori di potenza, microprocessori, controllori di processo, ...

# Brevissima storia (2)

- **Da disciplina delle “correnti deboli” a motore della società dell’informazione**
  - **La rivoluzione digitale**
    - Possibilità di tradurre modelli matematici e algoritmi complessi in macchine reali
  - **L’elettronica evolve nel “settore dell’informazione”**
    - Automatica, bioingegneria, elettronica, informatica, telecomunicazioni
    - La parola **elettronica** diventa meno generica e viene a specificare la disciplina che si occupa della parte fisica (“l’hardware”) dei sistemi che gestiscono e trasmettono informazione o che controllano potenza

# Brevissima storia (3)

- **Il rapporto con biologia e medicina**
  - **La grande strumentazione diagnostica**
    - ECG, EEG, strumentazione per ematologia ed emodinamica, ...
    - CT, NMR, Ecografia, Medicina nucleare, Termografia, ...
  - **Le applicazioni a farmacologia e genetica**
    - Analisi e classificazione
  - **Elettronica impiantabile**
    - Pacemaker, organi artificiali, ...
  - **Le interfacce bioniche**
    - Impianti cocleari, impianti corticali, ...

# Il concetto di informazione (1)

- **Libera scelta tra più alternative**
  - **L'unità di informazione è la scelta tra due alternative**
    - Tutte le scelte complesse possono essere riportate a una successione di scelte elementari
    - La scelta elementare tra alternative equiprobabili definisce la quantità di informazione "bit" (simbolo:  $b$ )
  - **Minore è la probabilità di una alternativa, maggiore è il suo contenuto informativo**
    - Se so che un fatto ha elevate probabilità di accadere, non resterò sorpreso quando avverrà realmente
- **E possibile costruire una teoria "quantitativa" dell'informazione**

# Il concetto di informazione (2)

## ➤ Misura dell'informazione

- La quantità di informazione legata alla scelta di 1 tra  $N$  alternative equiprobabili è data (in bit) da  $\log_2(N)$
- Se le alternative hanno probabilità  $P_i$ , con  $i = 1, \dots, N$ , posso estendere il concetto precedente assegnando alla singola scelta la quantità di informazione  $-\log_2(P_i)$

## ➤ Messaggi complessi

- Posso valutare il contenuto di informazione di un messaggio costituito da una successione di scelte
- La possibilità che una scelta dipenda dalle precedenti e influenzi le successive riduce il contenuto di informazione di un messaggio (ridondanza)

# Il concetto di segnale

- Un segnale è una grandezza fisica, variabile nel tempo, a cui è associato un certo flusso di informazione
  - Il segnale è un oggetto in qualche misura aleatorio
  - Non può essere determinato a priori
  - L'informazione può essere associata alla grandezza fisica in modi diversi



**Parte 2**

# **Segnali elettronici e rumore**

**Segnali elettronici analogici**

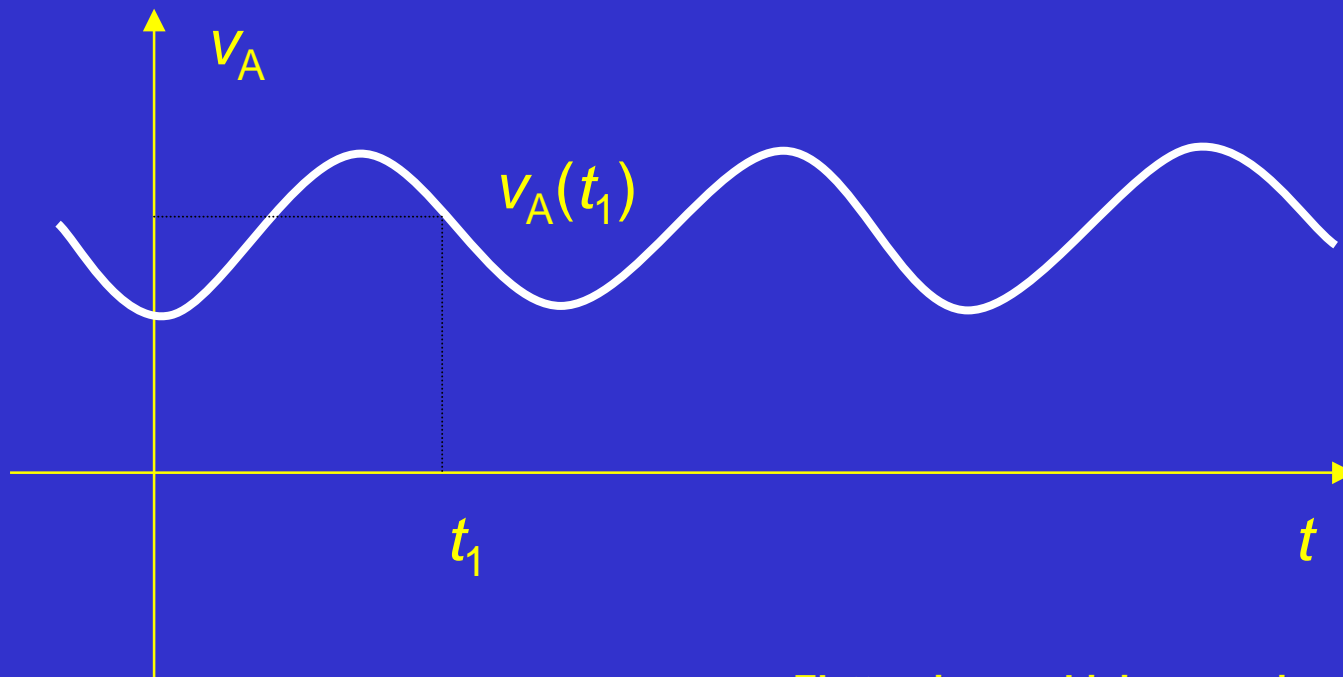
**Notazioni**

**Effetto del rumore**

**Segnali digitali**

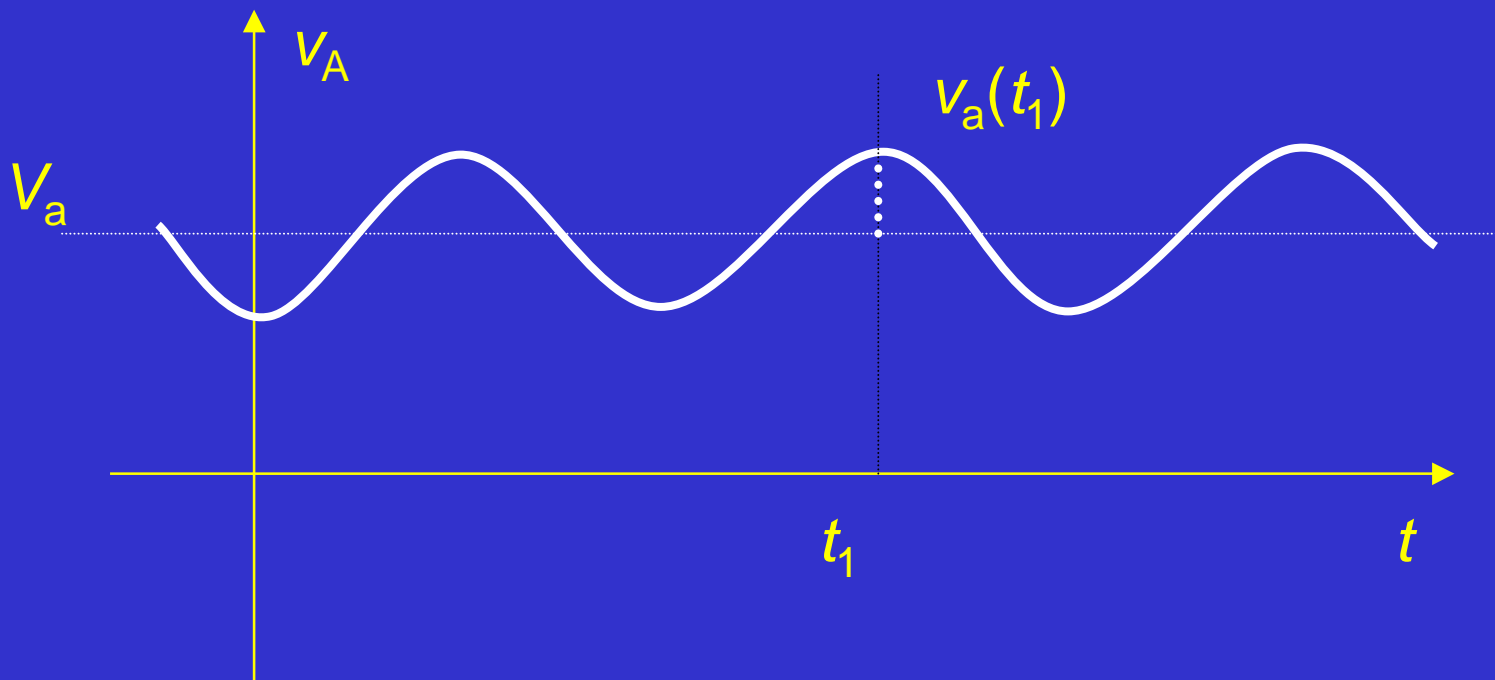
# Segnale elettronico “analogico”

- L'informazione è associata al valore assunto istante per istante da una grandezza fisica, per esempio la tensione di un nodo A rispetto a un nodo di riferimento



# Valore medio e “piccolo segnale”

- Spesso l'informazione è contenuta nelle piccole variazioni di una grandezza intorno al suo valore medio



# Notazioni convenzionali

	Grandezza	Nodo (pedice)	Esempio
<b>Valore globale</b>	minuscolo	Maiuscolo	$v_A(t)$
<b>Valore medio</b>	Maiuscolo	minuscolo	$V_a$
<b>Piccola variazione</b>	minuscolo	minuscolo	$v_a(t)$
<b>Parametro costante</b>	Maiuscolo	Maiuscolo	$V_A$

# Notazioni: un esempio...

➤ Se un segnale vale

$$➤ v_A(t) = \{V_M \sin(\omega t)\}^2 / V_S$$

➤ Si ha

$$➤ v_A(t) = V_M^2 \{1 - \cos(2\omega t)\} / 2V_S$$

➤ E quindi

$$➤ V_a = V_M^2 / 2V_S$$

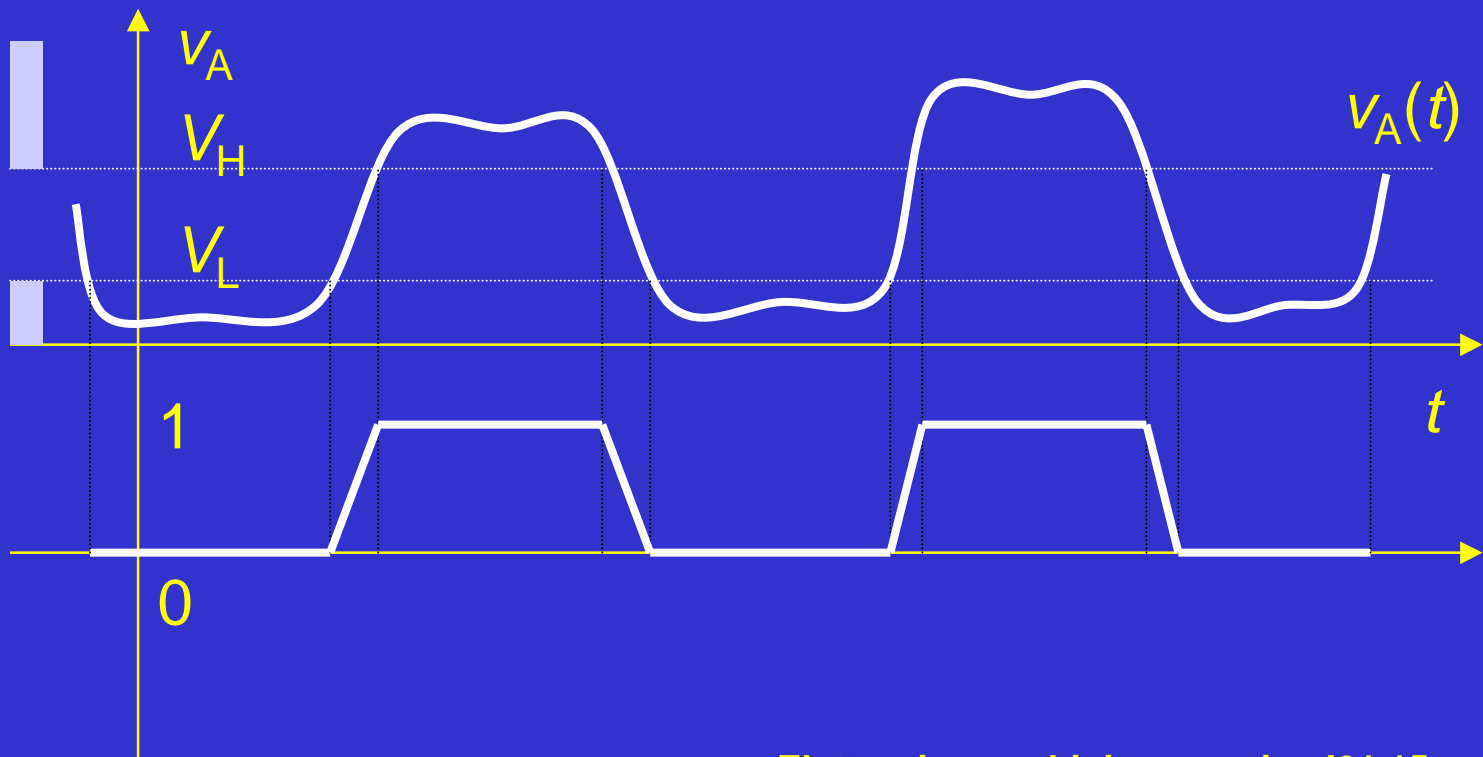
$$➤ v_a(t) = V_M^2 \cos(2\omega t) / 2V_S$$

# Segnali analogici e rumore

- L'informazione associata a un segnale analogico ideale è teoricamente illimitata
  - Può assumere infiniti valori, anche se la grandezza appartiene a un intervallo delimitato
- La capacità di portare informazione di un segnale analogico reale è invece limitata
  - Al segnale si combinano disturbi e interferenze
  - Oltre a questi, esistono meccanismi fisici aleatori, non eliminabili, che alterano il valore del segnale (rumore)
  - Il limite dipende dal rapporto  $S/N$  tra la potenza associata al segnale  $S$  e quella associata al rumore  $N$

# Segnale elettronico “digitale”

- L'informazione è associata al fatto che una grandezza fisica appartiene per un certo tempo a uno di due (o più) intervalli di valori ben definiti



# Segnali digitali e rumore

- Un segnale digitale binario può assumere solo due valori
  - Ogni intervallo di tempo considerato porta l'informazione di 1 b
  - L'informazione fornita è teoricamente limitata
- L'uso di intervalli di valori ben definiti riduce l'influenza del rumore
  - È possibile trasmettere, ricevere ed elaborare informazione senza commettere errori apprezzabili



**Parte 3**

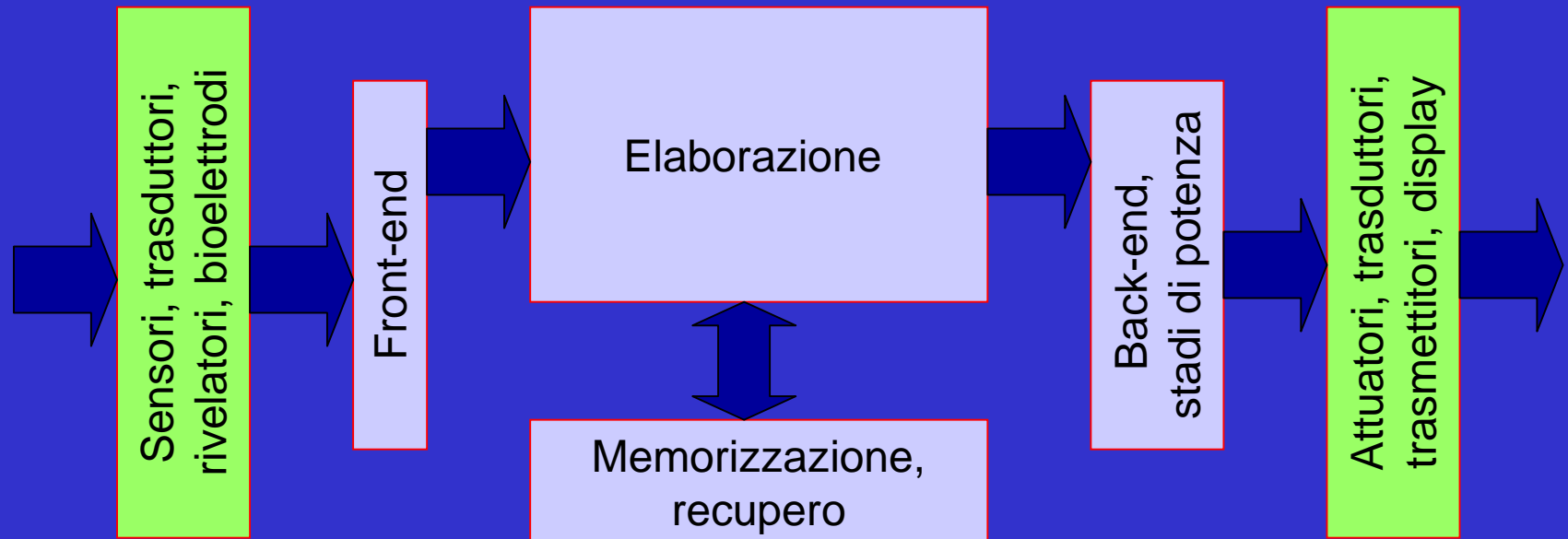
# **Progetto di un sistema elettronico**

**Il sistema elettronico**

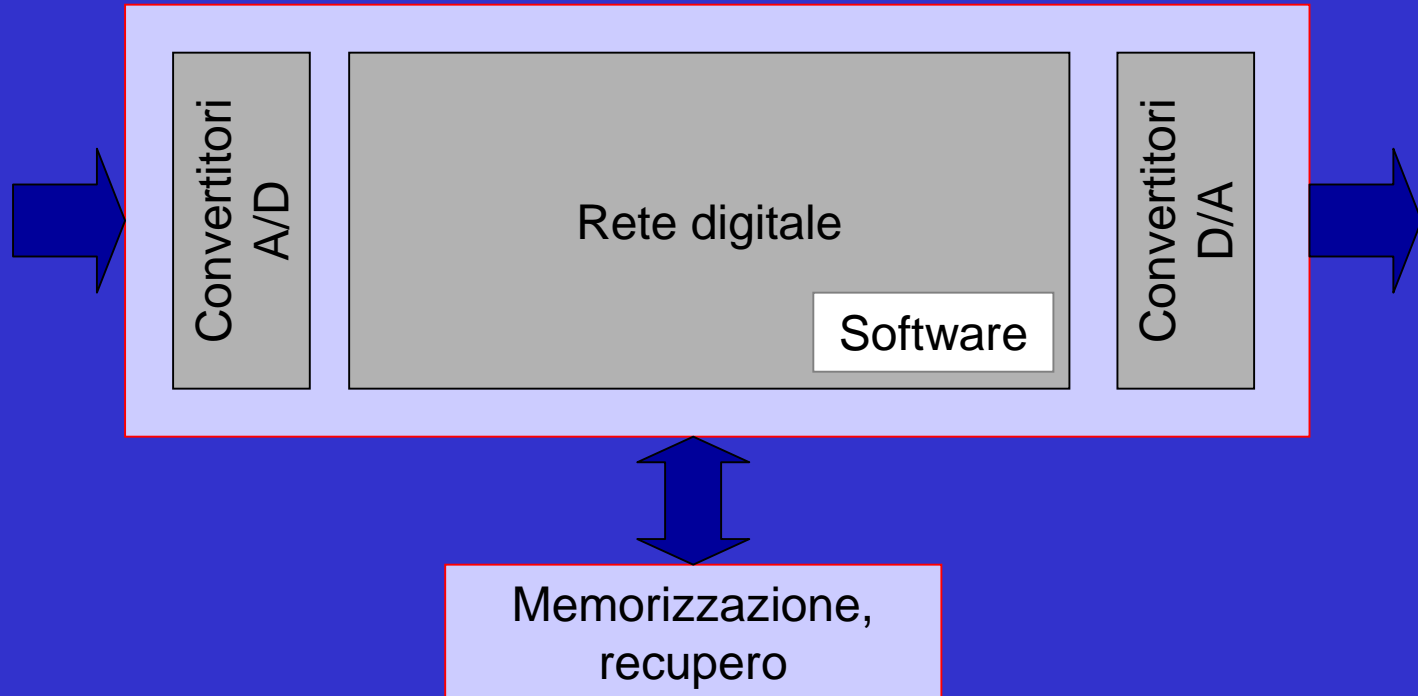
**Flusso di progetto**

**Definizione delle specifiche**

# Struttura di un sistema elettronico



# Il caso dell'elaborazione digitale



# Come si progetta l'elettronica

- **La progettazione è un'attività creativa**
  - **Richiede comprensione certa delle richieste**
    - Progettista e committente devono trovare strumenti di comunicazione non ambigui
  - **Non ha soluzioni univoche**
    - Il progettista ha moltissimi gradi di libertà
  - **Richiede approfondita capacità di analisi**
    - L'analisi è il processo che permette di individuare il comportamento di un sistema descritto e modellato esaurientemente
  - **Prevede metodologie iterative**
    - Può essere necessario ripetere diverse volte una o più fasi del processo progettuale

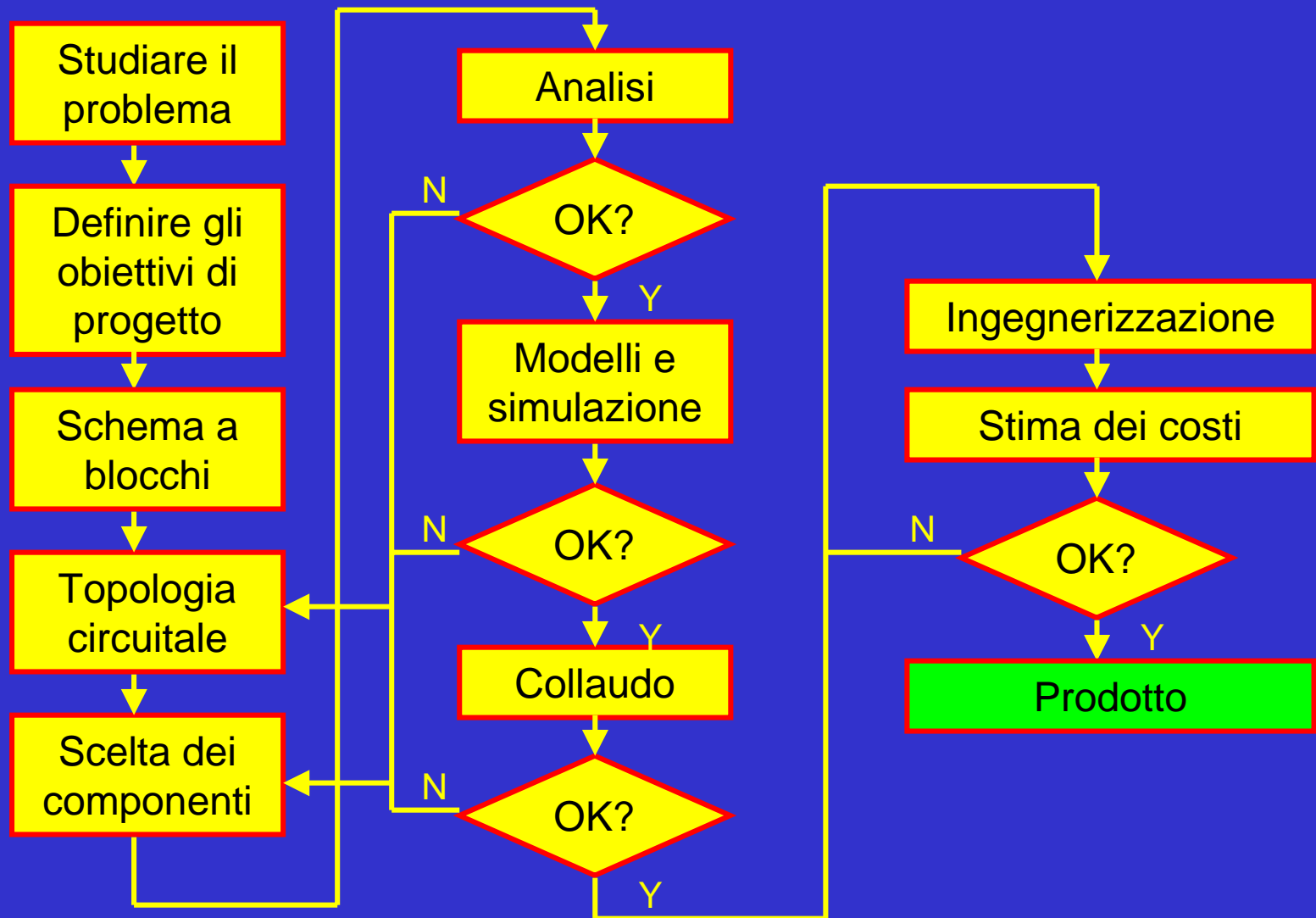
# L'approccio top-down (1)

- **Si individuano diversi livelli di dettaglio, ordinati gerarchicamente, con cui descrivere il sistema**
  - **Descrizione funzionale**
    - Manca il riferimento alla realizzazione fisica
    - Ogni elemento è caratterizzato solo dalla funzione svolta
  - **Schema a blocchi (architettura)**
    - I blocchi corrispondono a sottosistemi realizzabili fisicamente
  - **Circuito elettrico**
    - E' l'insieme dei componenti elettronici e delle relative connessioni
  - **Descrizione geometrica**
    - Piani di assemblaggio del sistema
- **Ogni elemento di una descrizione di livello superiore è tradotto in una descrizione del livello inferiore**

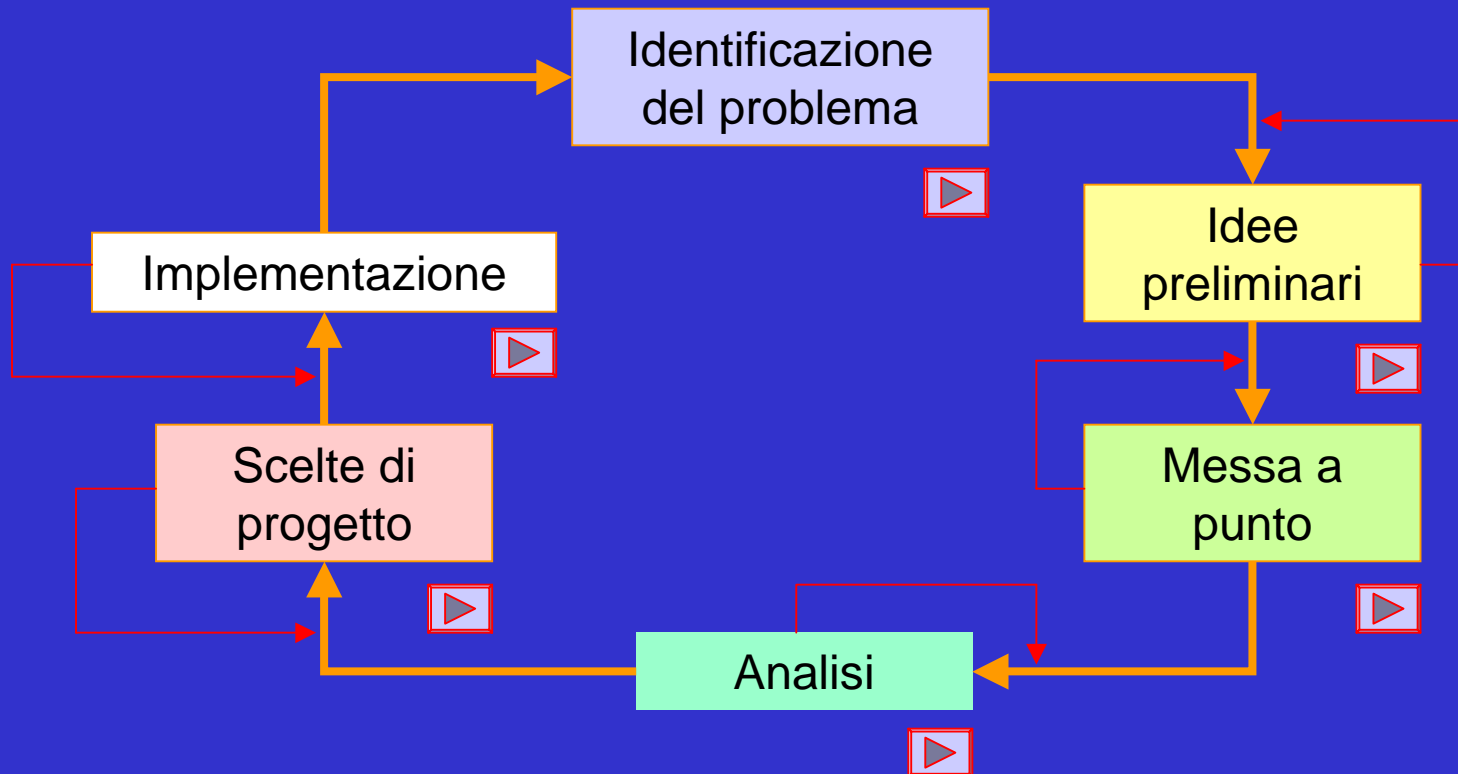
# L'approccio top-down (2)

- Ogni livello dispone di linguaggi di descrizione formali e di possibilità di analisi (o simulazione)
  - Analisi (o simulazione) funzionale
    - Prevede l'interazione con il committente
  - Analisi (o simulazione) elettrica
  - Verifica geometrica
- Il passaggio da un livello all'altro avviene individuando tutti i requisiti, o **specifiche**, che un elemento deve soddisfare
  - L'analisi conferma che le specifiche siano soddisfatte
- Il collaudo è pensato contestualmente al progetto

# Il progetto a livello circuitale

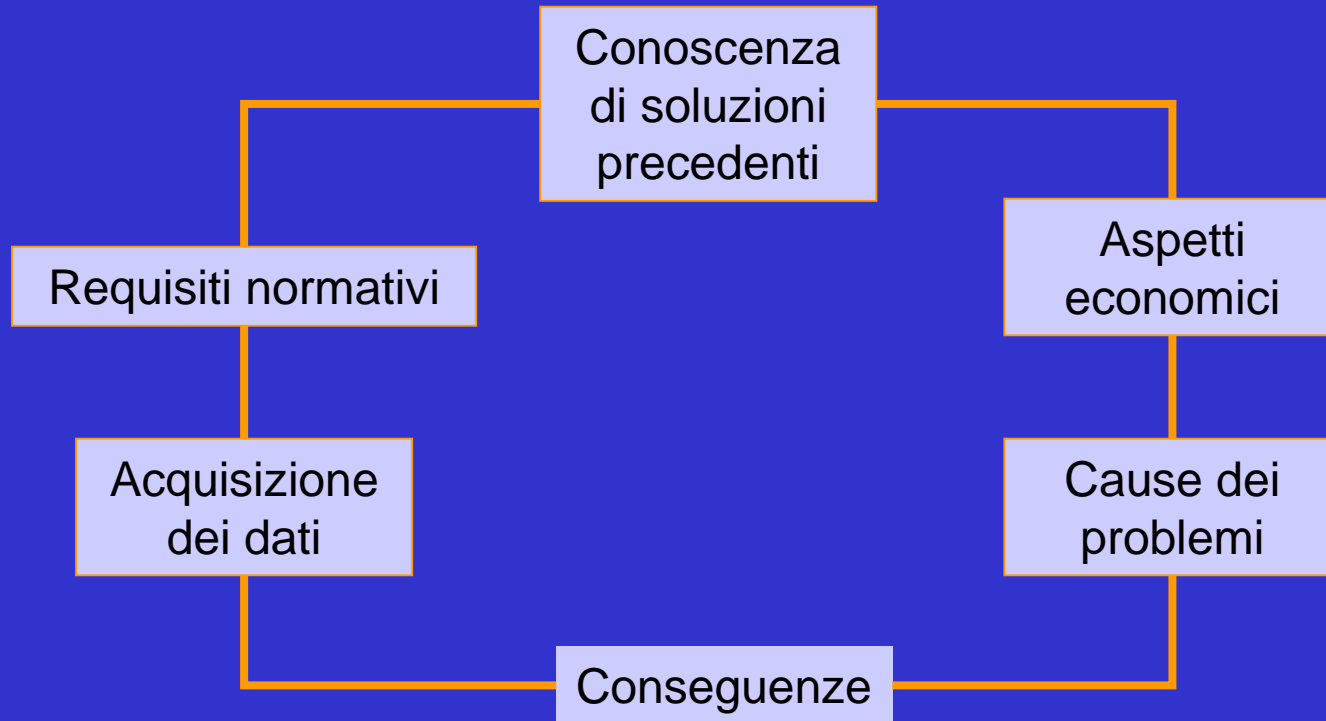


# Attività nel processo di progetto

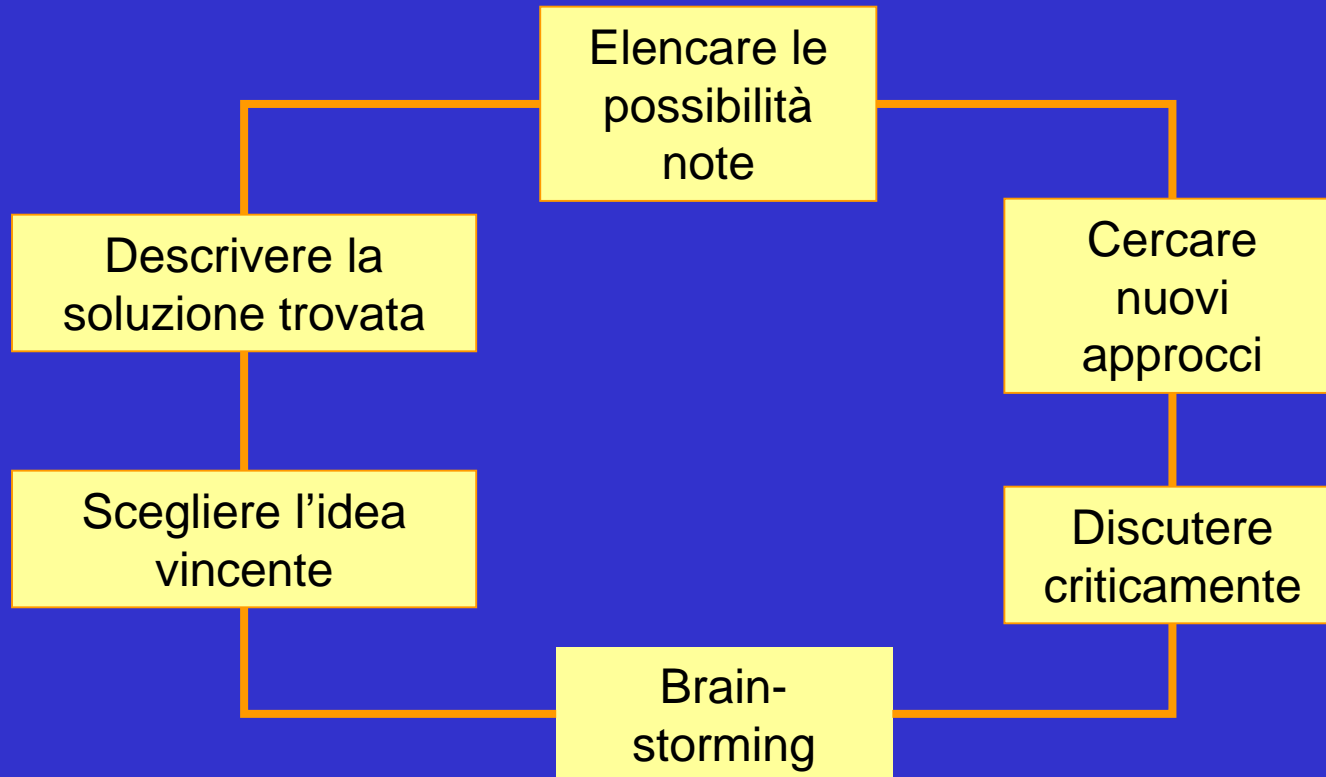




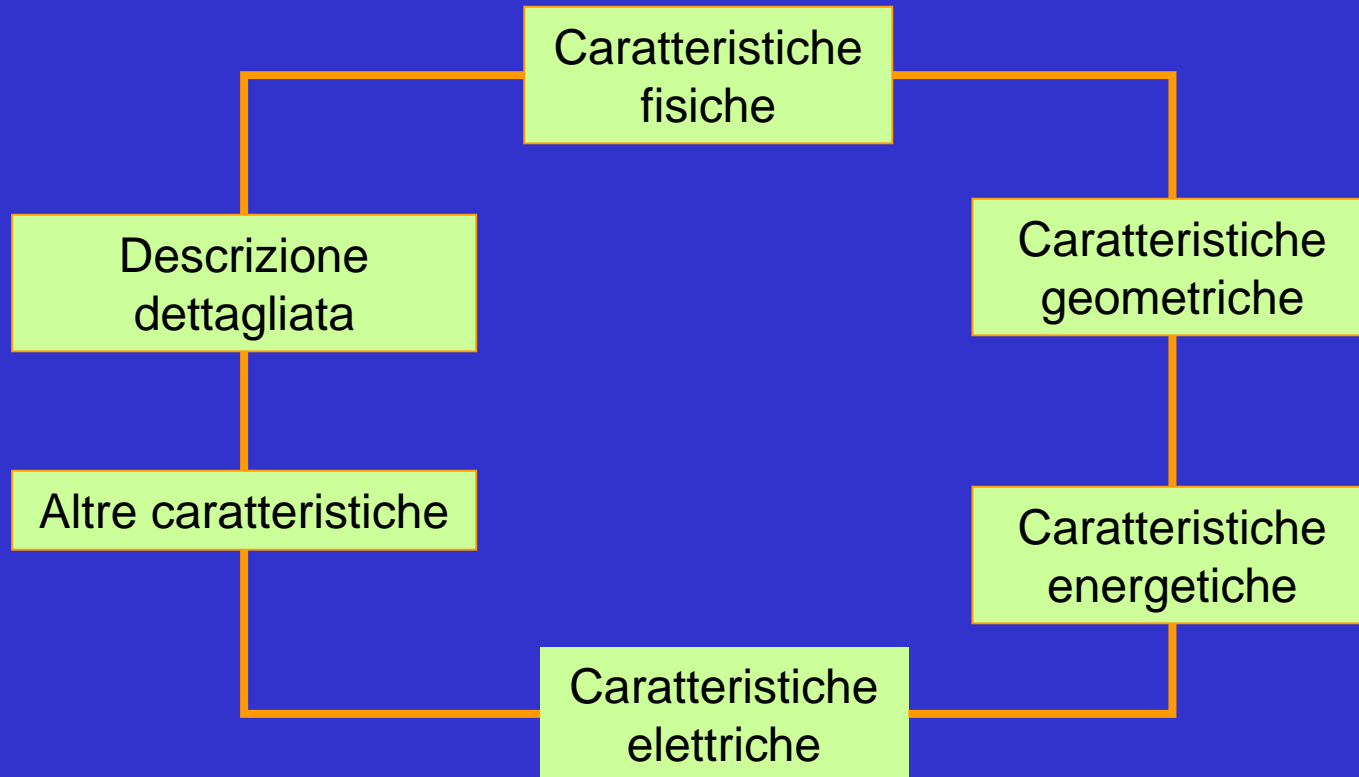
# Identificare il problema



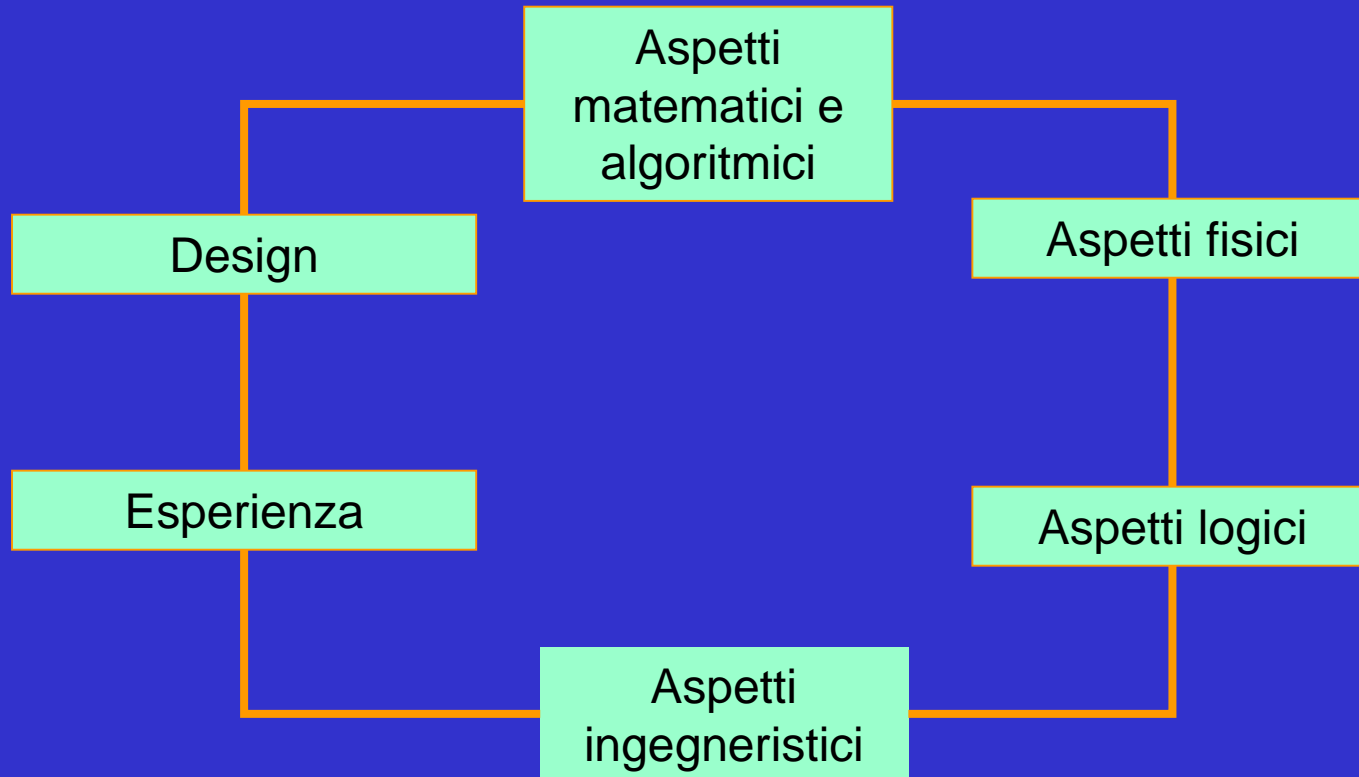
# Idee preliminari



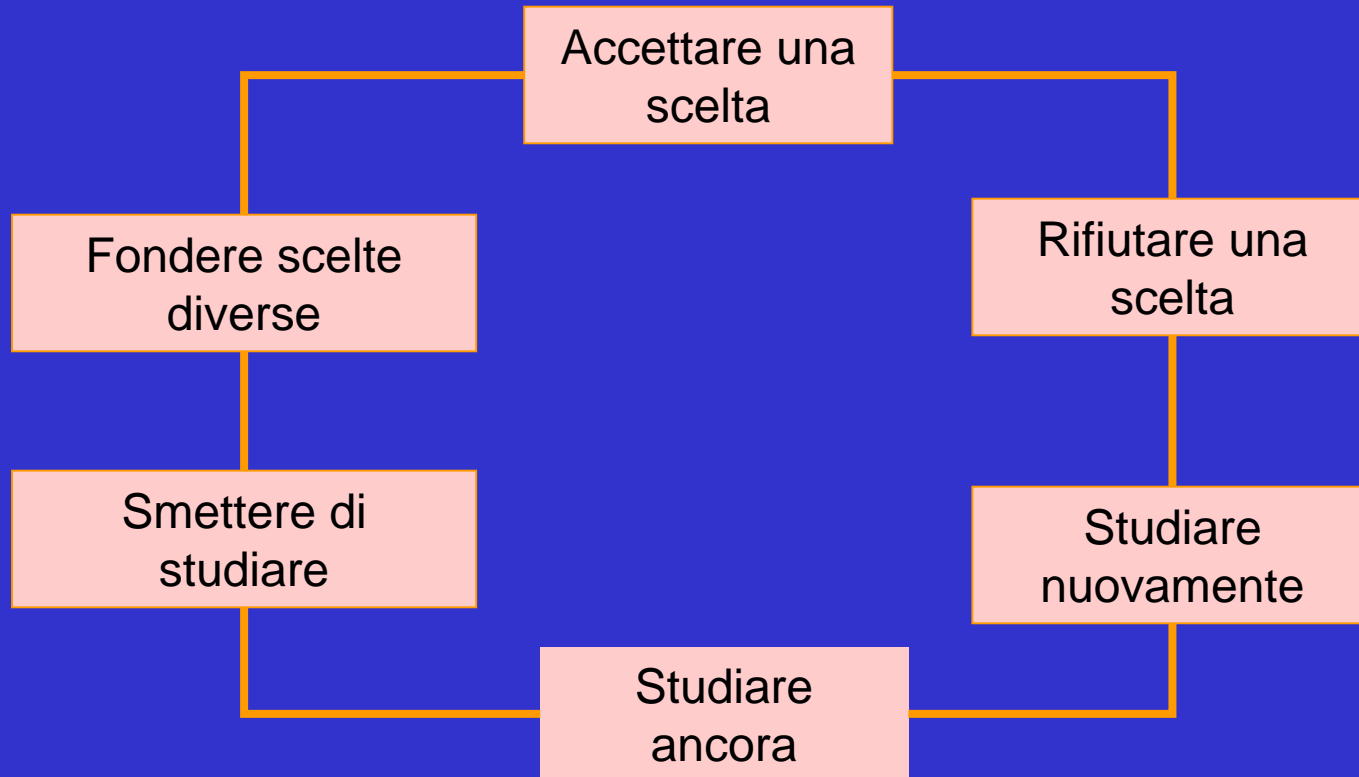
# Messa a punto



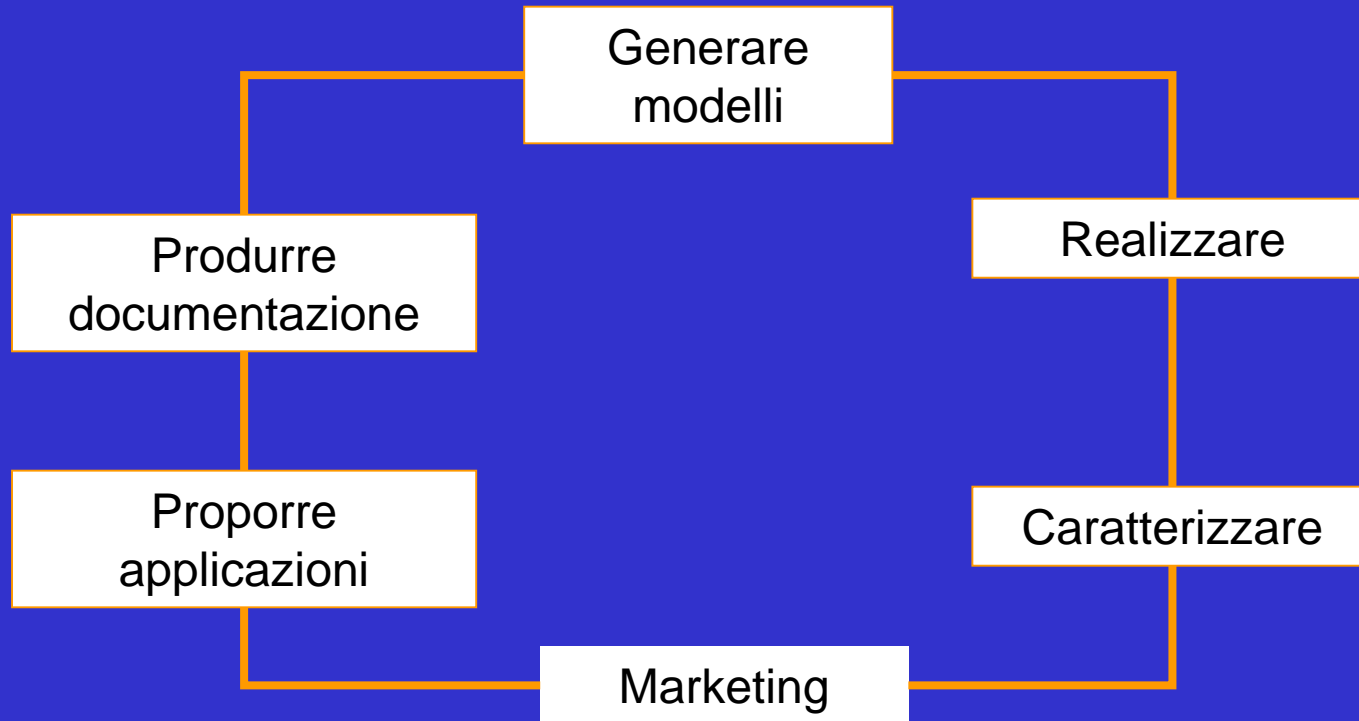
# Analisi



# Scelte di progetto



# Implementazione



# Fatto & Da fare

- **Cos'è l'elettronica**
- **Informazione e segnali**
- **Segnali analogici e rumore**
- **Segnali digitali**
- **Progetto di un sistema elettronico**
- **Richiami di teoria dei circuiti**
- **Caratterizzazione dei dispositivi elettronici, linearizzazione**
- **Analisi DC, AC e transitoria**