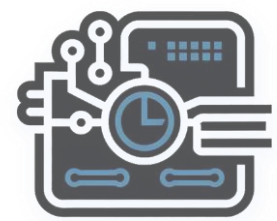


# Progettazione Elettronica Digitale

2024–2025 © Mario Casu, Mihai Lazarescu, Paolo Pasini

## L00 – Sommario

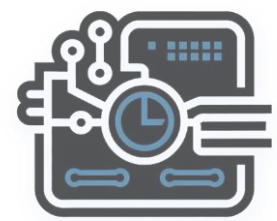
- Introduzione al corso
- Obiettivi
- Organizzazione del corso
- Esami



# Introduzione

---

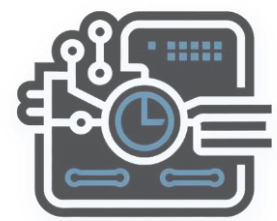
- Obiettivi di questo corso
- Argomenti
- Materiale didattico
- Organizzazione dei laboratori
- Modalità di esame
- Organizzazione dei contenuti
  - Prerequisiti (richiami da corsi precedenti)



# Obiettivi di questo corso

---

- **Apprendimento analisi e progettazione di circuiti elettronici digitali**
  - Saper descrivere hardware digitale tramite schemi e linguaggi specifici
  - Saper simulare tramite opportuni strumenti software
  - Saper prevedere il comportamento del circuito (forme d'onda, massima frequenza, ecc.)
- **Componenti elementari**
  - Comportamento, tecnologia di realizzazione
- **Circuiti e sistemi digitali basati sui componenti elementari**



# Macroargomenti

---

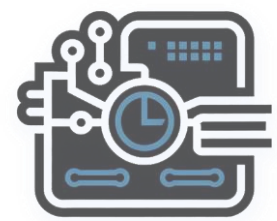
- Porte logiche e circuiti logici elementari
- Circuiti di base e macchine a stati finiti
- Transistori MOS e modelli semplificati per la progettazione e l'analisi
- Memorie
- Linguaggio Verilog per la descrizione dell'hardware
- Flusso di progettazione
- Esempi di progetto di sistema



# Modalità di erogazione della didattica

---

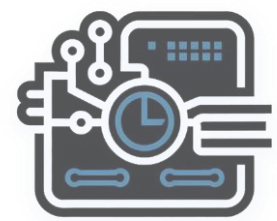
- Tre corsi paralleli ITA (prof. Casu, prof. Lazarescu, prof. Pasini)
- Un corso ENG (prof. Crovetti)
- Lezioni, esercitazioni e laboratori in presenza
  - Saranno utilizzate le medesime aule per tutte e tre le tipologie di attività
  - Almeno per le lezioni «di laboratorio» è necessario portare con sé un PC personale
- Per essere efficaci, i laboratori richiedono un lavoro preliminare
  - Utile lavorare in gruppo per la preparazione
  - Verifica durante le ore di laboratorio in aula



# Material didattico – siti web

---

- **Portale** della didattica
  - Informazioni e materiale “personale” (voti scritti e laboratori)
  - Materiale didattico riservato agli studenti iscritti
  - Copie delle slide
  - Guide di laboratorio, esempi di esercizi ed esami, ...
- Poiché il corso è alla sua prima edizione, il materiale è «in fase di rodaggio», per cui sicuramente subirà modifiche e correzioni in corso d'opera
  - Rappresenta di sicuro un disagio per lo studente...
  - ...ma cercheremo di fare il possibile per venirvi incontro!



# Testi consigliati

---

- S. Brown, Z. Vranesic:  
**Fundamentals of Digital Logic with Verilog Design**
  - McGraw Hill LLC, 2025, ISBN: 978-1-265-48096-7
  - Versioni precedenti disponibili per il prestito <https://pico.polito.it>
- F. Maloberti:  
**Understanding Microelectronics: A Top-Down Approach**
  - Wiley, December 2011, ISBN: 978-0-470-74555-7
  - Disponibile on line sul sito <http://www.biblio.polito.it> (ricerca per titolo)

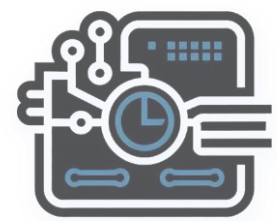


# Esempi, test, esercizi

---

- Esempi presentati durante la lezione
- Esercizi: esercitazioni in aula
  - Testi disponibili prima dell'esercitazione in aula
  - Risolti e commentati passo-passo in aula
  - Due modi di utilizzo:
    - Provare a risolverli da soli; verifica delle soluzioni in aula
      - Massima utilità ed efficacia, richiede lavoro autonomo
    - Aspettare la soluzione in aula
      - Minimo lavoro e minimo apprendimento...

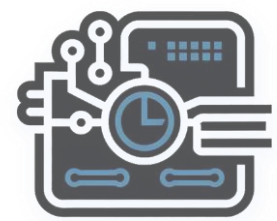




# Modalità di esame

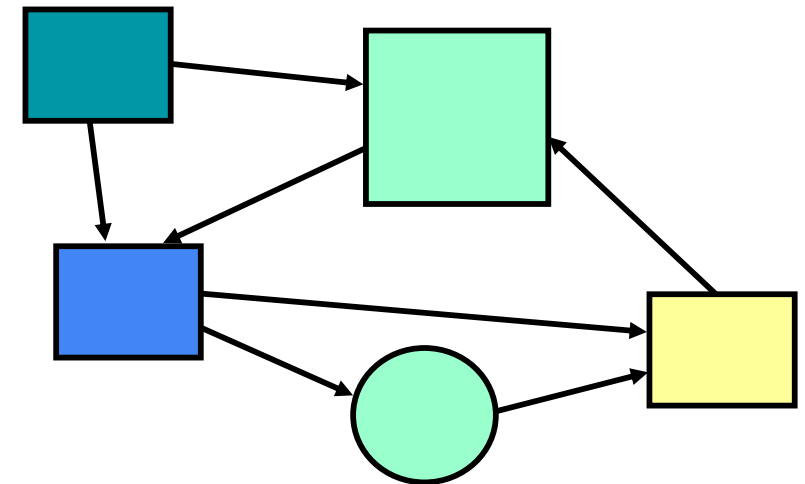
---

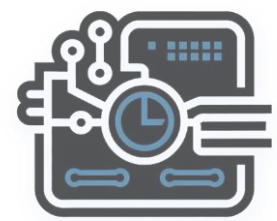
- Prova scritta al PC su piattaforma Moodle
- Voto massimo : 30L
  - Domande/esercizi con risposta numerica o testo, tipicamente a risposta multipla, sull'intero programma del corso
    - Punteggio positivo (100% dei punti della domanda) se risposta corretta, nullo (0%) se risposta errata
  - Possibili domande sulle attività di laboratorio [0 - 3pt]
    - Stessa modalità di punteggio
  - Domande extra su argomenti di approfondimento individuale (ben indicati nelle slide)
    - Si può arrivare a 30L anche senza le parti di approfondimento ma danno punti in più
    - Punteggio positivo se risposta corretta (100% dei punti), negativo (-25% dei punti) se risposta errata
- Non è previsto un orale integrativo
  - A discrezione del docente il candidato è convocato in caso di situazioni dubbie



# Sistemi elettronici e moduli

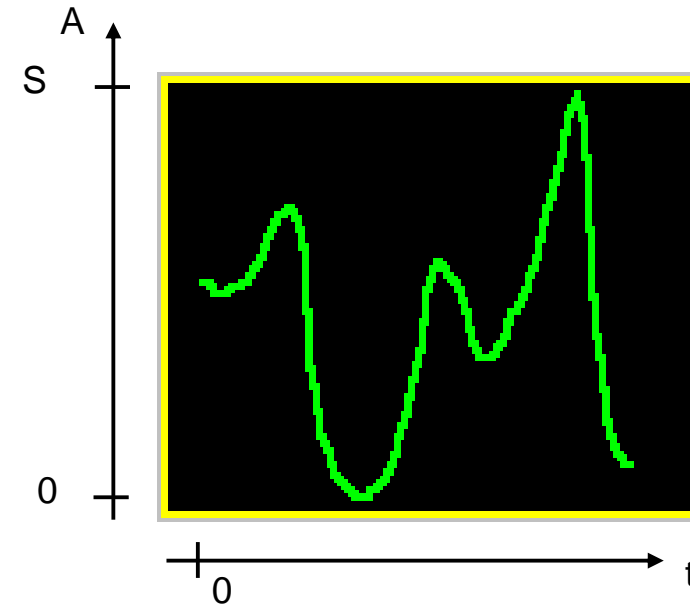
- Un sistema elettronico è fatto di **moduli interconnessi**
- La maggior parte dei progettisti utilizza moduli e componenti *costruiti da altri*
- Cosa occorre sapere per *usare i moduli*?
  - Funzione
  - Segnali I/O
  - Alimentazione
  - ...

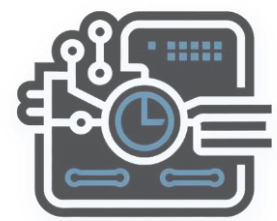




# Segnali analogici

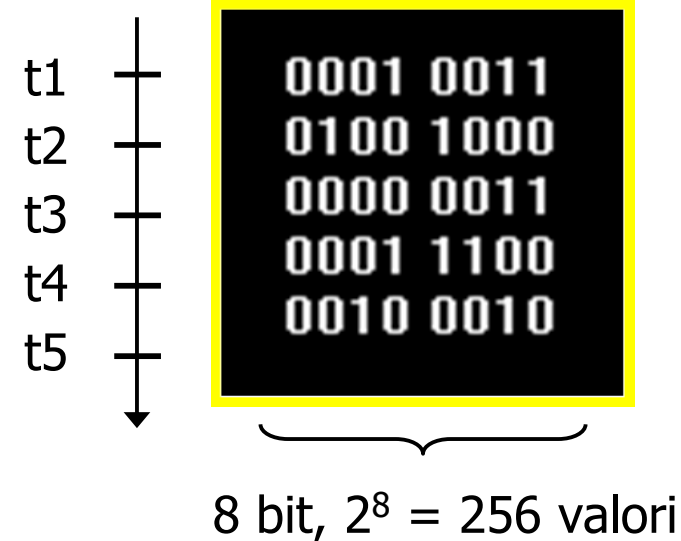
- Il segnale analogico è **continuo** su due assi
  - Tempo: è definito per qualsiasi istante di tempo entro un certo intervallo
  - Ampiezza: può assumere qualsiasi valore entro un certo intervallo
- Parametri :
  - Intervallo di ampiezza
    - Valore max e min (**dinamica**),
    - Eventuale DC
  - Contenuto spettrale
    - Banda, forma dello spettro





# Segnali digitali

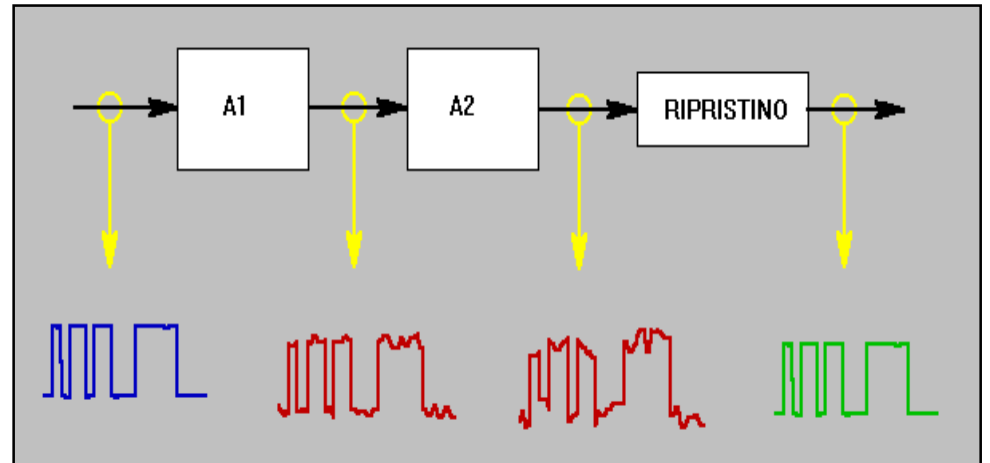
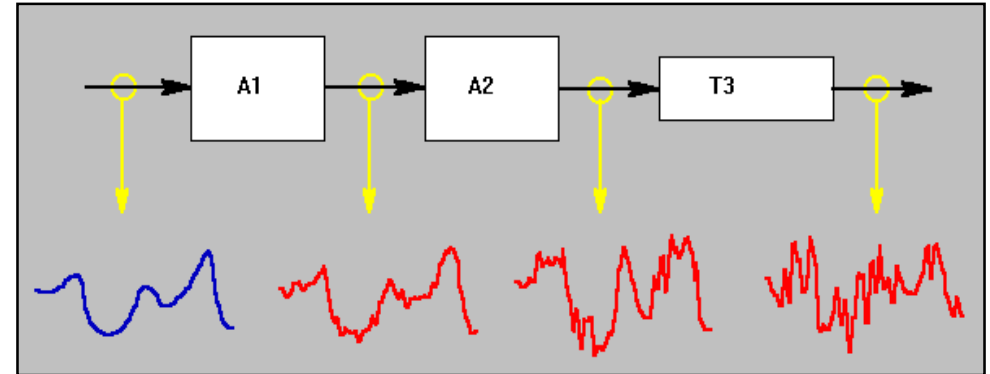
- Il segnale digitale è una **sequenza di numeri**, generalmente in **base 2**
  - Discreto in tempo: definito solo per alcuni istanti di tempo entro un certo intervallo
  - Discreto in ampiezza: può assumere solo alcuni valori entro un certo intervallo
- Parametri :
  - Dinamica di ampiezza
    - Legata al numero di bit
  - Banda (in frequenza)
    - Legata alla cadenza dei campioni
- Formato: parallelo o seriale

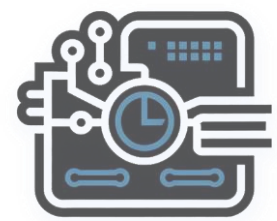




# Ricostruzione del segnale digitale

- Ogni operazione aggiunge **rumore**
- Segnali analogici:
  - Il rumore determina un degrado *non recuperabile* dell'informazione
- Segnali digitali:
  - il degrado dovuto al rumore è *recuperabile*, se contenuto entro certi limiti

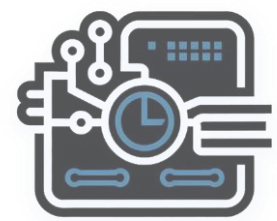




# Perché usare segnali digitali?

---

- Il segnale **digitale** può essere **ripristinato**, quindi
  - Gli effetti del rumore *non sono cumulativi*
  - È possibile eseguire sul segnale *operazioni complesse*, impossibili con tecnica analogica per il *cumulo del rumore*
- Sono disponibili strumenti automatici per il progetto e la realizzazione di moduli digitali
  - Il progetto di un circuiti digitale è rapido e «automatico»
  - I circuiti integrati digitali hanno costi più bassi
- Il comportamento dei circuiti digitali è facilmente modificabile
  - SW o altra programmazione



# Come usare i segnali digitali?

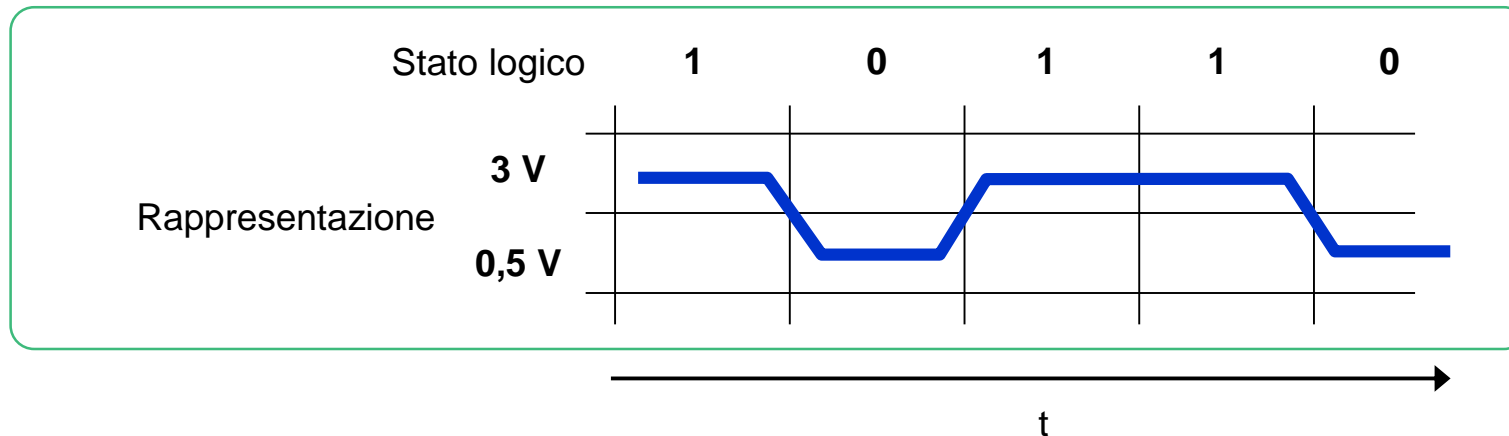
---

- Con un segnale digitale, perché non vi sia perdita di informazione occorrono
  - Corretto **interfacciamento**, statico e dinamico
  - Verifica dei limiti operativi
  - Corretta scelta della tecnologia di sistema
  - Periodica **ricostruzione** del segnale



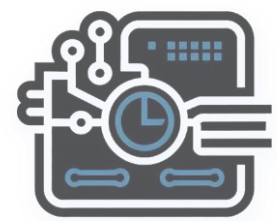
# Esistono segnali solo «digitali»?

- Gli **stati logici** sono rappresentati con **tensioni** (*Volt*)



- Le tensioni sono affette da rumore, disturbi, richiedono tempo per spostarsi, consumano energia, irradiano onde elettromagnetiche, ...
- L'elettronica digitale ha una **base analogica**





# Analogico - digitale - analogico

- Un sistema elettronico comprende:
  - *interfacce verso il mondo esterno (front-end) analogico*
  - conversione A/D
  - *trattamento del segnale numerico*
  - conversione D/A
  - *interfacce verso il mondo esterno (back-end) analogico*

