



UNIVERSITÀ DI PARMA

Corso di Laurea in
**Ingegneria Informatica, Elettronica e delle
Telecomunicazioni**

**Elementi e Laboratorio di Elettronica
Digitale**

www.dia.unipr.it

Parma, 25 settembre 2020

Giovanna Sozzi
giovanna.sozzi@unipr.it

Il calcolatore Elettronico

- Il calcolatore elettronico è uno strumento che esegue insiemi di **azioni elementari**
- le azioni vengono eseguite su oggetti (**dati**) per produrre altri oggetti (**risultati**)
- l'esecuzione di azioni viene richiesta all'elaboratore attraverso frasi scritte in qualche linguaggio (**istruzioni**)




Programmazione: è l'attività con la quale si predispone l'elaboratore a eseguire un **particolare insieme di azioni su particolari dati**, allo scopo di risolvere un problema.

Il calcolatore Elettronico

Proprietà fondamentale di un calcolatore elettronico:

GENERALITA'

- ❑ Il calcolatore (**computer**) può eseguire una sequenza di istruzioni (**programma**) che opera su un insieme di dati
- ❑ L'utente può modificare il programma o i dati secondo le proprie esigenze  **FLESSIBILITA'**



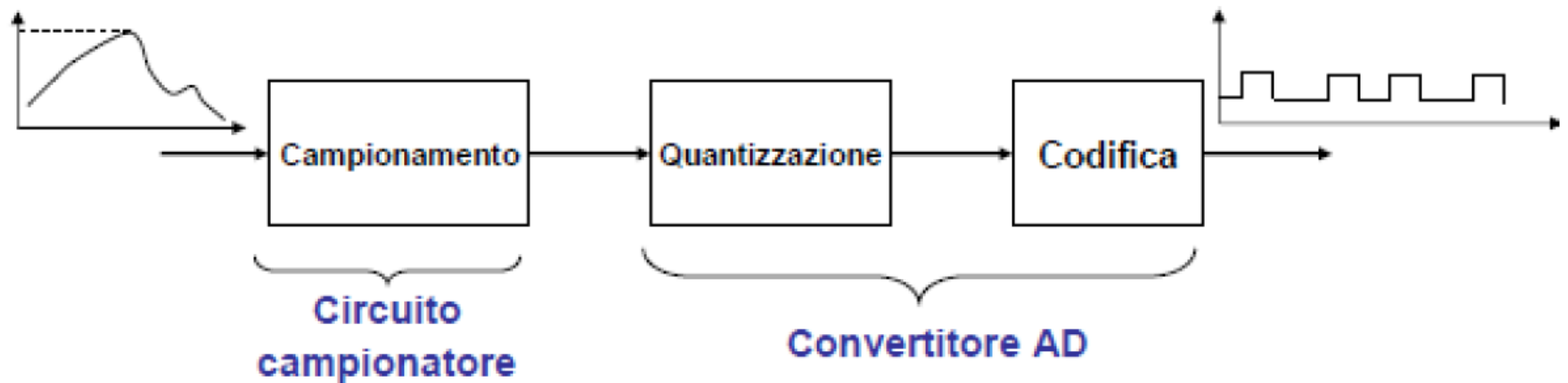
Il calcolatore può **elaborare grandi quantità** e **varietà di informazioni** e **programmi** che coprono un **ampio spettro** di **applicazioni**

Il calcolatore Elettronico

*Un calcolatore elettronico **general purpose** è l'esempio più noto di sistema digitale*

- ❑ L'elaborazione delle grandezze di tipo continuo con un calcolatore, richiede di utilizzare/trasformarle in una **rappresentazione digitale**, cioè **discreta**.
- ❑ La **rappresentazione digitale** è una approssimazione della **rappresentazione analogica**.
- ❑ La maggioranza dei sistemi digitali utilizza soltanto **due valori discreti** per i segnali, sono perciò detti **binari**
- ❑ L'**errore di approssimazione** dipende dalla **precisione** della **rappresentazione digitale** utilizzata per la **codifica interna** nel calcolatore

Conversione A/D (Analogico/Digitale)

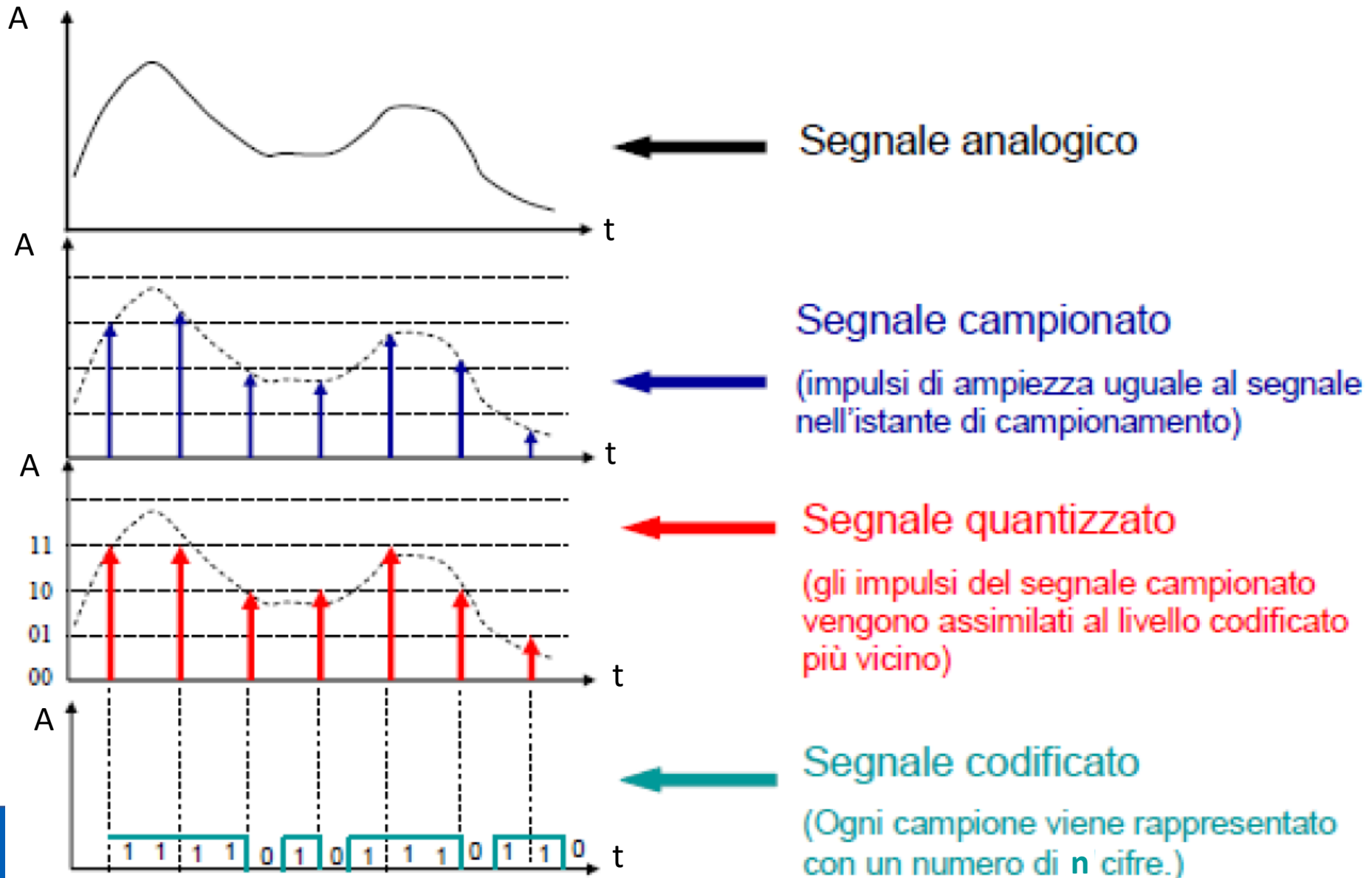


Conversione A/D (Analogico/Digitale)

La conversione analogico-digitale richiede tre operazioni:

- campionamento**: produce una discretizzazione nel tempo
- quantizzazione**: produce una discretizzazione in ampiezza
- codifica**: rappresenta il campione quantizzato con un numero n di cifre

Conversione A/D (Analogico/Digitale)



Conversione A/D (Analogico/Digitale)

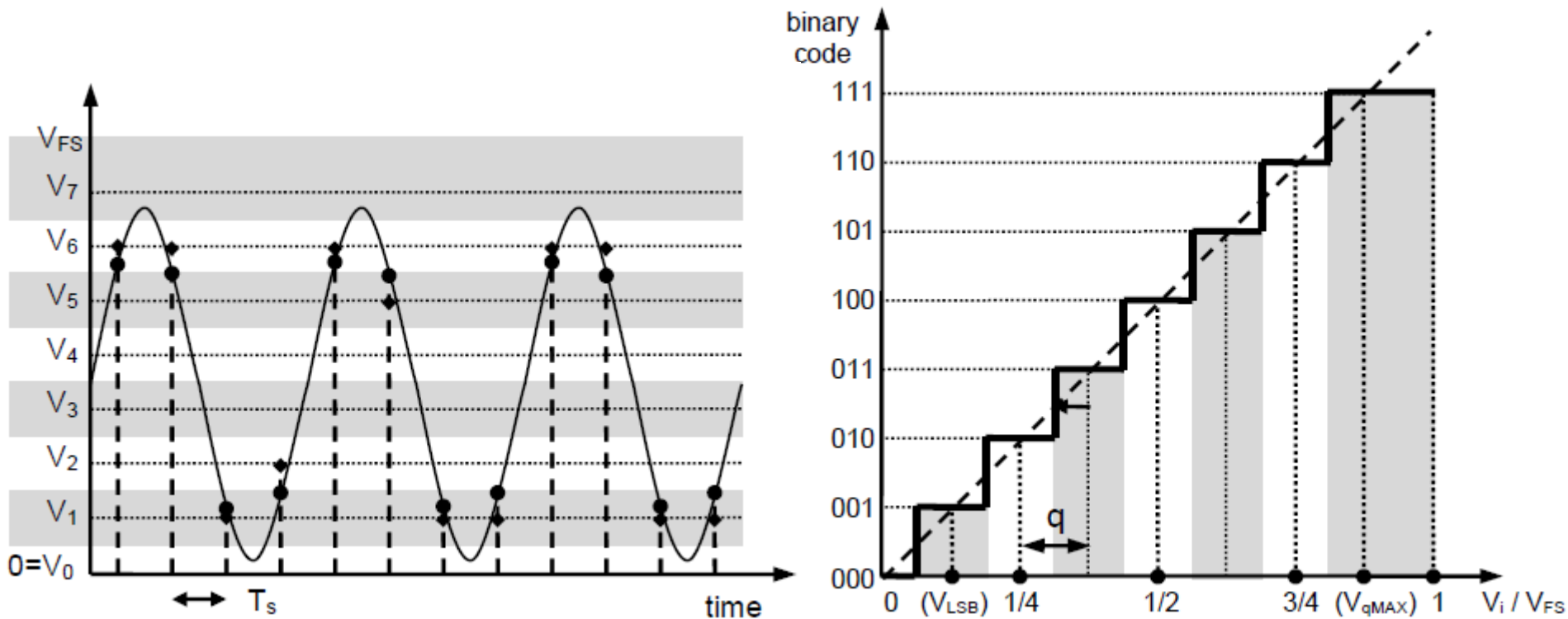
La **quantità d'informazione n** associata a una variabile a valori discreti con N stati distinti è misurata in termini di Bit (**Bit**=**B**inary **D**igit)

$$n = \log_2 N \quad \text{bit}$$

Esempi:

- Una variabile binaria (che può essere associata a solo 2 valori, $N=2$) trasporta 1 bit d'informazione, cioè $n = \log_2 2 \text{ bit} = 1$
- Una variabile che può assumere 8 valori distinti ($N=8$), trasporta 3 bit d'informazione

Conv. A/D: esempio codifica a 3 bit



I valori di tensione, corrispondenti ad altrettanti campioni della forma d'onda, che cadono all'interno dello stesso intervallo, sono associati ad un'unica tensione quantizzata, che si trova al centro dell'intervallo (righe verticali punteggiate nella figura); ad ogni intervallo viene associata una codifica binaria.

Conversione A/D (Analogico/Digitale)

Risoluzione (R) di un convertitore A/D: minima variazione della grandezza analogica in ingresso che provoca una variazione di un **LSB** (Least Significant Bit= bit meno significativo) nel numero di uscita

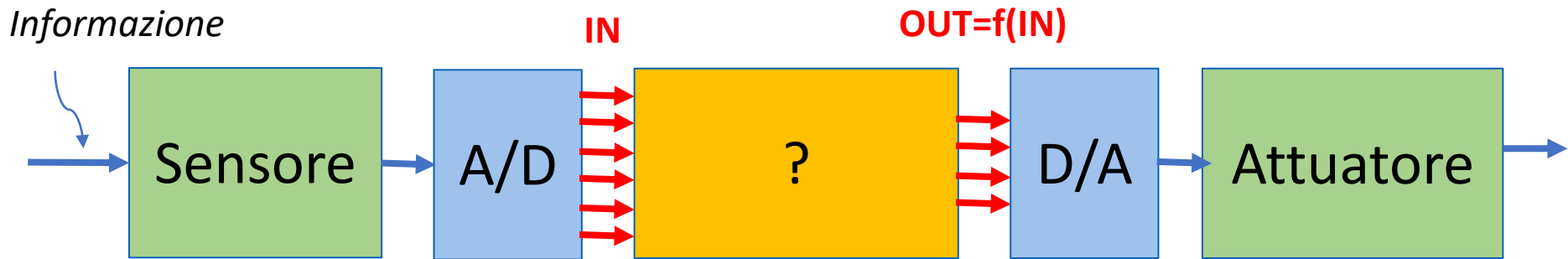


tale variazione è definita
come **quanto (Q)**

$$V_{\text{LSB}} = Q = \frac{V_{\text{FS}}}{2^n}$$

- Es. a 3 bit: Un valore di tensione in ingresso $V_i = Q$ è convertito in uscita col valore $(001)_2$, così come tutti i valori compresi fra $Q/2$ e $3Q/2$ -> errore di quantizzazione, V_{error}
- V_{error} può essere ridotto aumentando il numero di bit, n .

Sistema elettronico

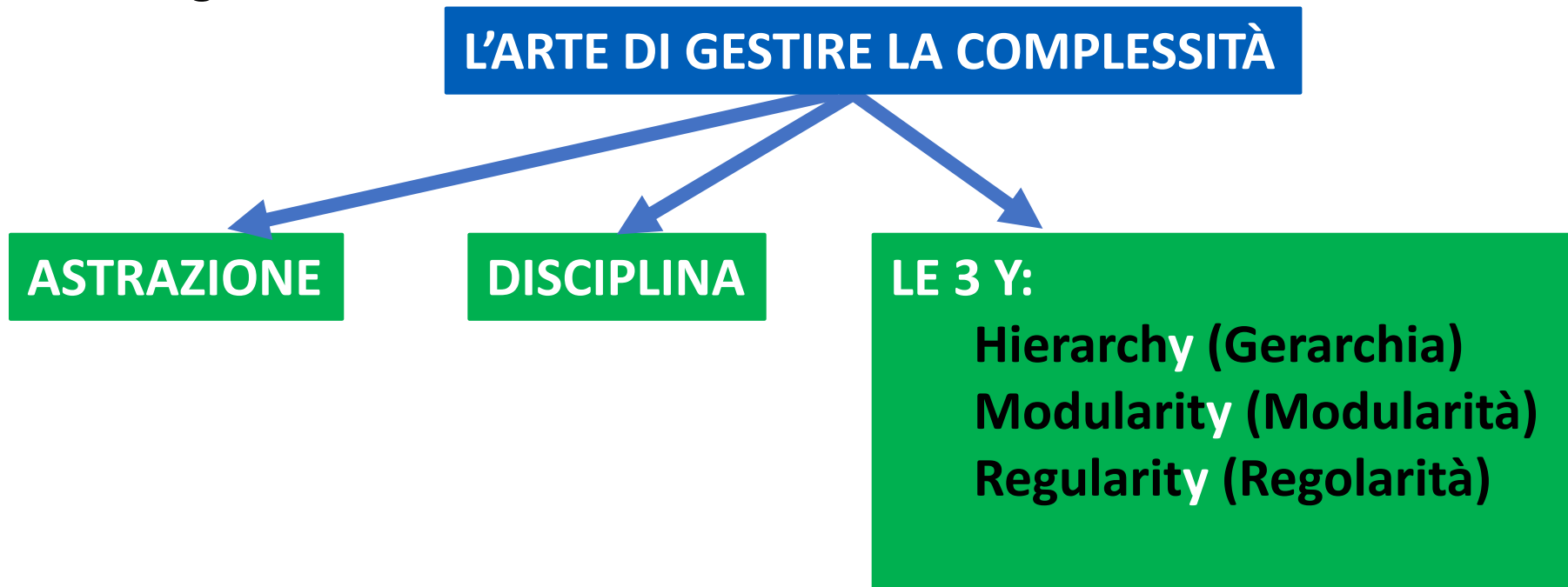


❑ L'obiettivo è studiare il blocco ? per definire $OUT=f(IN)$

❑ Il segnale binario ha solo 2 valori che sono le variabili logiche da elaborare

Gestire la complessità

- ❑ I moderni sistemi digitali sono costituiti da miliardi di transistori: è **necessario imparare a gestire la complessità** per comprendere come costruire un sistema complesso (ad esempio un microprocessore) senza essere oberati dai troppi dettagli



ASTRAZIONE

- ❑ Consiste nel **nascondere dettagli** quando questi **non** sono **importanti**



- ❑ Un sistema può essere visto da molti diversi livelli di astrazione

Esempio: il mondo può essere astratto in termini di città, province, regioni, e infine stati. Una provincia contiene più città e una regione contiene più province.

Il sindaco è più interessato alle dinamiche della città, il capo del governo a quello dello stato.

DISCIPLINA

- ❑ Consiste nel **restringere intenzionalmente le scelte di progetto** in modo da poter **lavorare** in maniera più produttiva **a un livello più alto di astrazione**
- Esempio: Disciplina Digitale
 - Tensioni discrete invece che continue
 - Più semplice da progettare rispetto ai circuiti analogici → sistemi più sofisticati
 - Limitandosi ai circuiti digitali si possono facilmente combinare componenti in un sistema complesso

3 Y

- **Gerarchia (Hierarchy)**

- Un sistema complesso è diviso in **moduli e sottomoduli** che siano facili da comprendere

- **Modularità (Modularity)**

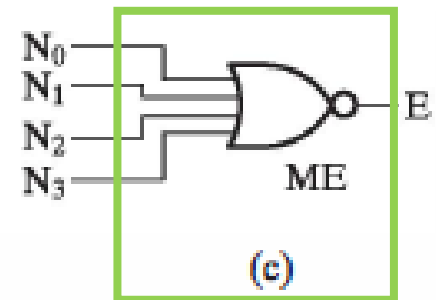
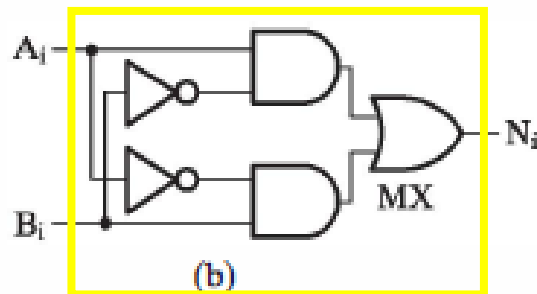
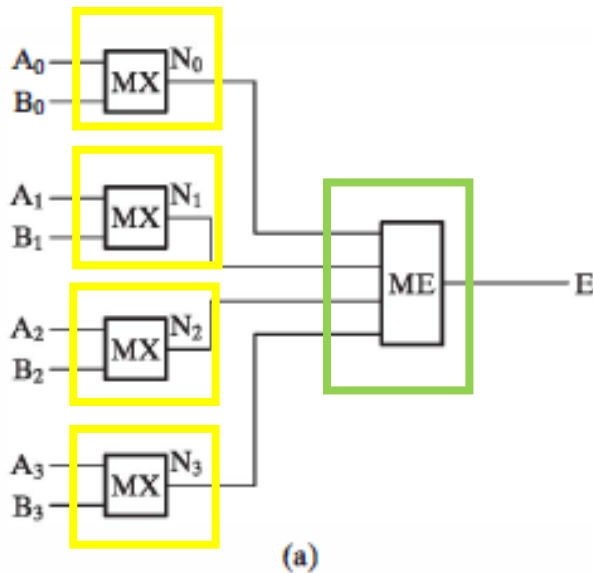
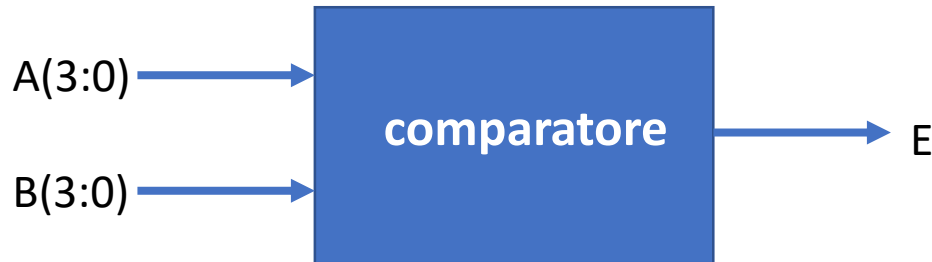
- La modularità implica che i moduli e sottomoduli abbiano **funzioni e interface ben definite** così da connettersi tra di loro in maniera semplice -> *ogni modulo può essere progettato in modo relativamente indipendente l'uno dall'altro.*

- **Regolarità (Regularity)**

- La regolarità cerca **l'uniformità tra i moduli**, così che i moduli più comuni possano essere facilmente riutilizzabili, riducendo i moduli diversi che devono essere progettati -> *decomposizione di un sistema in blocchi semplici e il più possibile simili*

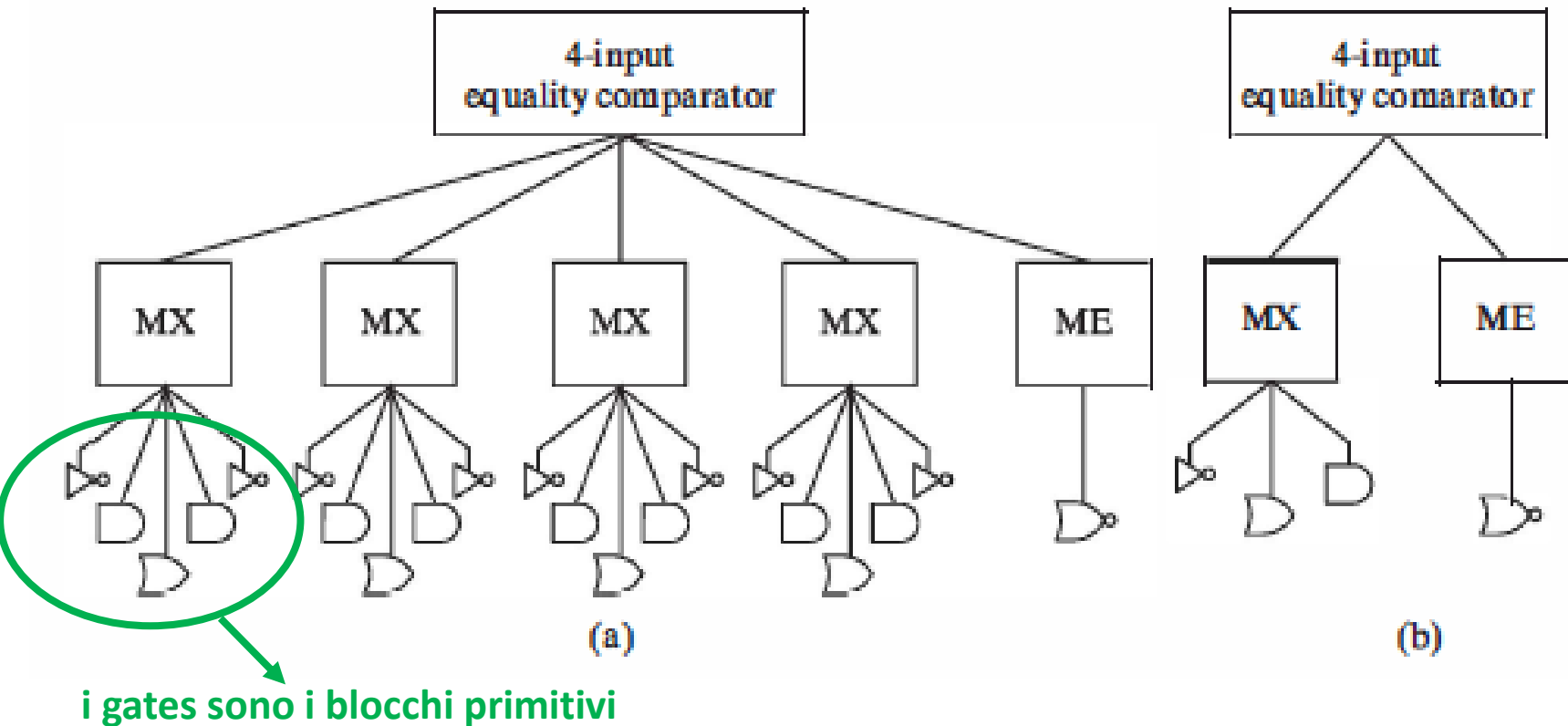
Progetto di un comparatore di uguaglianza a 4 bit

Uscita E è uguale a 1 se i vettori A e B sono uguali e uguale a 0 se i vettori A e B sono diversi

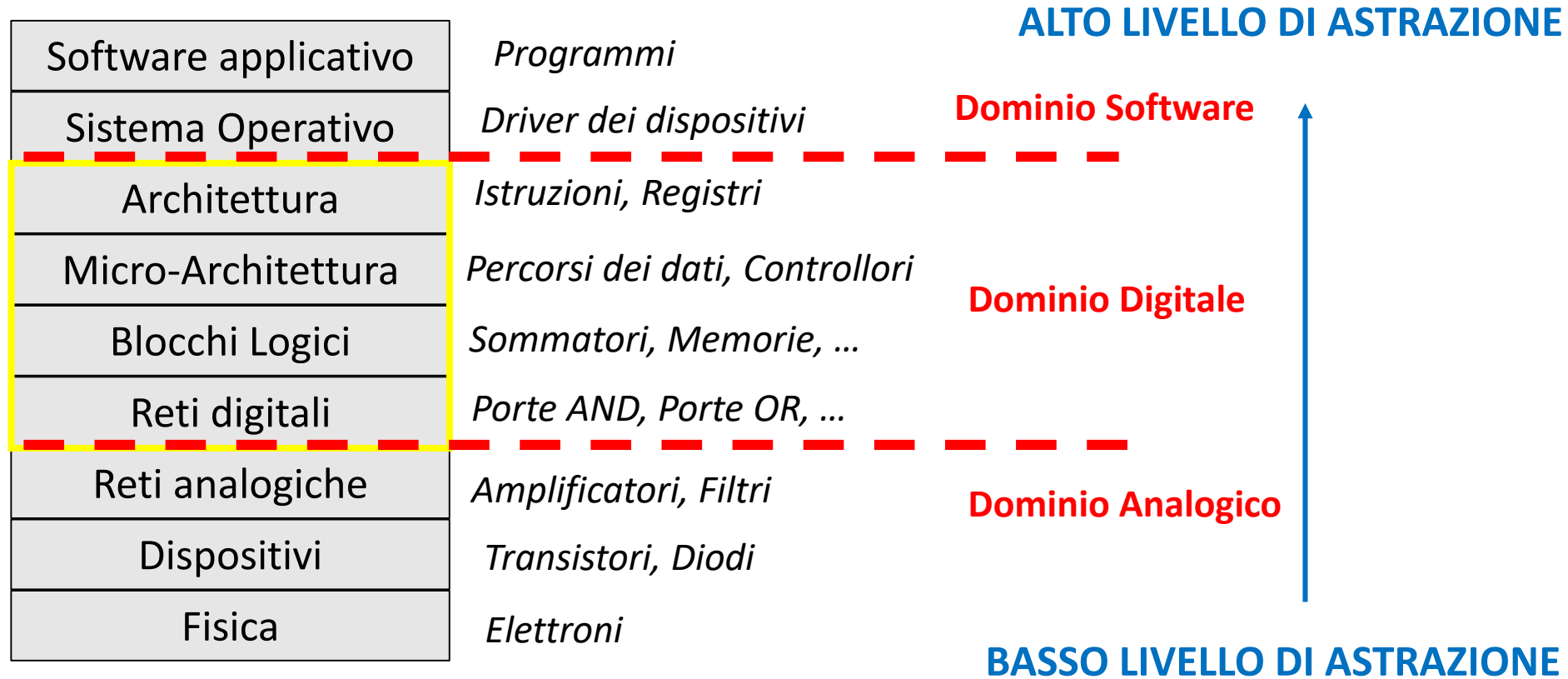


Progetto di un comparatore di uguaglianza a 4 bit

La struttura della gerarchia per il comparatore di uguaglianza a 4 bit può essere rappresentata senza le interconnessioni



Gerarchia di astrazione per un calcolatore elettronico



DISCIPLINA DIGITALE: VALORI BINARI

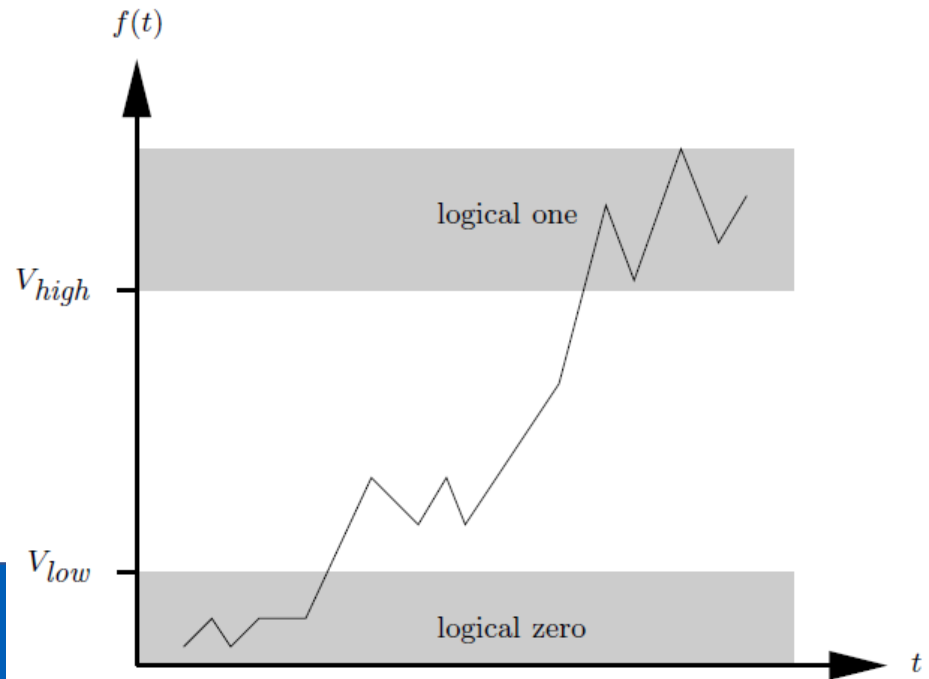
❑ Due valori discreti:

- 1 e 0
- 1, VERO, ALTO
- 0, FALSO, BASSO

❑ 1 e 0: livelli di tensione, rotazione di ingranaggi, livelli di fluidi, ecc.

❑ Circuiti Digitali: usano livelli di tensione per rappresentare 1 e 0

Bit: Binary digit





UNIVERSITÀ DI PARMA

www.unipr.it