

Linguaggi di descrizione dell'hardware

M. Favalli



DE Department of
Engineering
Ferrara

- **Introduzione al linguaggio di descrizione dell'hardware VHDL**
 - Sintassi
 - Semantica
 - Stili di descrizione
 - Simulazione e sintesi
- **Introduzione a concetti e strumenti di progetto per circuiti digitali**
 - Metriche per la valutazione delle prestazioni
 - Sintesi e ottimizzazione
- **Esercitazioni in laboratorio**

- **Fornire un introduzione alle odierne metodologie di progetto dei sistemi digitali**
- **Rendere disponibile la conoscenza di un linguaggio di descrizione dell'hardware**
- **Introdurre aspetti che riguardano sia gli strumenti di Electronic Design Automation (EDA) che l'hardware digitale**
- **Fornire un quadro concettuale delle operazioni da svolgere per sviluppare un sistema digitale**

Organizzazione del corso e requisiti

- I contenuti del corso sono organizzati in lezioni di carattere teorico ed esercitazioni in laboratorio con l'utilizzo di simulatori e altri strumenti EDA
- Si richiede la conoscenza degli argomenti trattati in Elettronica digitale e Calcolatori elettronici
- Rispetto agli anni passati venite da un percorso formativo in parte diverso
 - contenuti del corso adeguati sulla base del nuovo curriculum
 - fare domande in caso di termini o argomenti che non avete visto

- **Libri di testo:**
M. Zwolinski "VHDL progetto di sistemi digitali", Pearson - Prentice-Hall
- **Lucidi del corso (disponibili sul sito del corso)**
- **Software di simulazione da utilizzare in laboratorio o a casa**
- **Simulatore on-line: www.edaplayground.com**

- **Prova scritta di conoscenza del linguaggio VHDL e di tecniche di progettazione dei sistemi digitali (pt. 15)**
- **Realizzazione di una realizzazione su un'esercitazione di laboratorio (pt. 2, facoltativa)**
- **Realizzazione di un progetto**
- **Note:**
 - **scritto e progetto sono due prove indipendenti e possono essere sostenute in qualsiasi ordine**
 - **la relazione di laboratorio va consegnata entro giugno**

**Il mercoledì h. 11.15 - 12.45 presso il Dipartimento di
Ingegneria terzo piano**

**Oppure nell'intervallo delle lezioni o via mail
(michele.favalli@unife.it)**

Sistemi digitali

applicazione	Server (cloud, data analysis, gaming, scientific and engineering)	Individual computing (workstation, PC, gaming, mobile)	Embedded systems (domestic, biomedical, automotive, avionics, industrial automation)
architettura di sistema	several boards connected by high performance net (optic)	single board with high performance bus	single board or ICs connected with NoC
componenti	GPP (CPU) $\gg 1$ ASIP (GPU) $\gg 1$ DSP (audio, video, AI acc.) $\gg 1$	GPP (CPU) ≤ 8 ASIP (GPU) = 1 DSP (audio, video, AI acc.) = 1	GPP (CPU) ≤ 4 ASIP (GPU) ≤ 1 DSP (audio, video, AI acc.) ≤ 1 custom and structured ASIC FPGA

custom components developed by IP providers, small and non-semiconductor industries

- **GPU: Graphic Processor Unit**
- **ASIP: Application Specific Integrated Processor**
- **FPGA: Field Programmable Gate Array**
- **ASIC: Application Specific Integrated Circuits**
- **GPP: General Purpose Processor (CPU)**
- **DSP: Digital Signal Processor**

Sistemi complessi con elevate capacità di elaborazione (numerica, grafica, etc.), interfacce verso reti di sensori e di comunicazioni, il tutto con elevate prestazioni

come realizzare tali sistemi?

Dispositivi digitali in tecnologie CMOS e FinFET con dimensioni inferiori a 50 nm e utilizzabili in circuiti integrati contenenti fino a qualche decina di miliardi di dispositivi elementari

Flusso di progetto dei sistemi digitali

Specifiche funzionali
(C,C++,UML,Java)

definizione del tipo di
architettura
partizionamento fra
hardware e software

Architettura (componenti
hw/sw e canali di comuni-
cazione)

Software

Hardware

Specifiche comporta-
mentali: processi e al-
goritmi

Descrizione Register
Transfer Level (RTL)

Livello logico

Tecnologia

argomenti del corso

sintesi

verifica

- **Il corso non si occupa di aspetti tecnologici che sono di competenza dell'elettronica**
- **Qui si introducono solo le tecnologie principali digitali**
 - **circuiti integrati full-custom**
 - pieno controllo sul progetto a ogni livello a partire da quello fisico e quello circuitale, prestazioni massime con costi elevati
 - **circuiti semi-custom o standard cell**
 - basato su celle logiche predefinite
 - **gate array**
 - celle logiche e parte del layout predefiniti
 - **field programmable gate array (FPGA)**
 - basato su celle universali programmabili dall'utente, prestazioni e costi ridotti

- **Costo:**
 - area su silicio
 - costi di sviluppo
- **Prestazioni**
 - latenza o banda
 - consumo di potenza o energia
- **Collaudabilità**
- **Affidabilità**

- **Se ci si limita a CPU, GPU e altri componenti prodotti su larga scala, il ruolo del progettista digitale potrebbe apparire limitato a poche aziende di grandi dimensioni**
- **Se si prendono però in considerazione i sistemi embedded che vengono progettati per soddisfare esigenze in termini di prestazioni, I/O e affidabilità che sono non soddisfacibili da componenti già presenti sul mercato il numero di aziende che abbisognano di progettisti hardware aumenta di molto**

- I linguaggi di descrizione hardware risultano fondamentali nel processo di sviluppo dell'hardware
- Consentono di realizzare modelli simulabili durante la stesura delle specifiche e in seguito modelli sintetizzabili
- Consentono di descrivere l'hardware a qualsiasi livello di astrazione e in maniera gerarchica supportando così ogni passo dei processi di sintesi e di verifica