UNIVERSITÀ DI PISA

MICROELECTRONICS FOR TELECOMMUNICATIONS

LUCA FANUCCI

Academic year	2022/23
Course	INGEGNERIA DELLE TELECOMUNICAZIONI
Code	1012I
Credits	6

Modules	Area	Type	Hours	Teacher(s)
MICROELECTRONICS FOR TELECOMMUNICATIONS	ING-INF/01	LEZIONI	60	MASSIMILIANO DONATI LUCA FANUCCI PIETRO NANNIPIERI

Obiettivi di apprendimento

Conoscenze

Lo studente che completerà con successo il corso sarà in grado di dimostrare una solida conoscenza delle principali problematiche legate alla progettazione di sistemi embedded per le telecomunicazioni. Egli o lei acquisirà la capacità di padroneggiare i compromessi per mappare gli algoritmi di elaborazione dei segnali digitali in architetture di integrazione hardware/software su larga scala (VLSI) secondo le principali metriche di performance (area, velocità, consumo energetico, flessibilità, costo e time-to-market). Lo studente acquisirà anche metodologie di progettazione per la progettazione di circuiti integrati digitali (IC) semi-custom, compresa la tecnologia FPGA (Field programmable gate array), sfruttando strumenti di progettazione assistita da computer all'avanguardia. Avrà l'opportunità di sperimentare in pratica il flusso complessivo della progettazione, dalle specifiche all'implementazione dell'FPGA e ai test per un blocco di base per l'elaborazione dei segnali digitali.

Modalità di verifica delle conoscenze

Lo studente sarà valutato sulla sua comprovata capacità di discutere i contenuti principali del corso utilizzando la terminologia appropriata. Lo studente dovrà dimostrare la capacità di mettere in pratica e di eseguire, con consapevolezza critica, le attività illustrate o svolte sotto la guida del docente durante il corso. Lo studente può anche richiedere di realizzare un progetto di progettazione pratica.
Metodi:
Esame orale finale
Relazione orale
Relazione scritta

Capacità

Lo studente sarà in grado di effettuare un'analisi comparativa fra le varie tecniche di realizzazione di circuiti integrati (GPP, DSP, FPGA, ASIC semi-custom and full-custom) per sistemi di telecomunicazioni tenendo conto delle principali metriche prestazionali (area occupata, velocità, consumo di potenza e affidabilità).
Lo studente sarà in grado di svolgere le fasi principali per la progettazione di un circuito integrato digitale su tecnologia semi-custom basandosi sul linguaggio di descrizione dell'hardware ad alto livello (VHLD) e programmi di sintesi logica automatica. In particolare sarà in grado di svolgere tutte le fasi progettuali per la realizzazione di progetto digitale su tecnologia FPGA Xilinx (basandosi sul tool di simulazione ModelSim ed il tool di sintesi e programmazione Xilinx VIVADO) e la relativa implementazione e collaudo sulla scheda prototipale Zybo.

Modalità di verifica delle capacità

Durante le lezioni di laboratorio, lo studente sarà messo alla prova con la progettazione di un sintetizzatore di frequenza digitale diretto: dalle specifiche di progetto, alla sua descrizione e verifica con il linguaggio di descrizione dell'hardware VHDL, fino alla progettazione su piattaforma FPGA Zync e all'implementazione e collaudo sulla scheda prototipale Zybo.
Opzionalmente, lo studente avrà l'occasione di completare il flusso di progetto di semplici sistemi digitali (dalla specifica alla sintesi su piattaforma FPGA) cimentandosi nell'esecuzione di un progetto assegnato dal docente a gruppi di 1-3 persone.

Comportamenti

Lo studente imparerà ad esplorare lo spazio di progetto per la progettazione di sistemi microelettronici digitali per sistemi di telecomunicazioni tenendo conto delle principali metriche prestazionali (area occupata, velocità, consumo di potenza e affidabilità).

Modalità di verifica dei comportamenti

Lo studente verrà periodicamente interrogato durante le lezioni allo scopo di capire come si rapporta di fronte a semplici problemi che riguardano l'uso dei sistemi di elaborazione digitale del segnale che vengono di volta in volta introdotti dai docenti.
Per gli studenti che scelgono di svolgere i progetti opzionali, è prevista una fase di discussione dei risultati nella quale il docente valuta l'effettivo grado di confidenza assunto dagli studenti nei confronti delle tecniche progettuali.

Prerequisiti (conoscenze iniziali)

Lo studente dovrà avere una buona conoscenza dei seguenti argomenti:
1) tecnologie di fabbricazione dei circuiti integrati CMOS
2) conoscenze di porte logiche in CMOS (combinatorie e sequenziali)
3) Architettura di massima di un calcolatore

Indicazioni metodologiche

Attività di apprendimento:

- Seguire le lezioni
- Seguire le attività sperimentali
- Eseguire i progetti opzionali come lavoro di gruppo.

Frequenza: fortemente consigliata ma non obbligatoria
Metodi di insegnamento:

- Erogazione di lezioni ed esercitazioni sperimentali
- Attività di tutoraggio per le esecuzione dei progetti opzionali.

Erogazione: didattica frontale emergenza COVID-19 permettendo altrimenti a distanza su piattaforma Teams

Programma (contenuti dell'insegnamento)

Il corso tratta i seguenti argomenti principali: - Metriche di progettazione nella progettazione di circuiti integrati digitali per sistemi di telecomunicazione - Progettazione di scambi per l'esplorazione dello spazio tra computer per uso generale, processore di segnale digitale, processore di set di istruzioni specifiche per l'applicazione, gate programmabile sul campo e circuito integrato specifico per l'applicazione. - Profilazione e mappatura di algoritmi DSP in architetture VLSI, inclusi gli effetti aritmetici finiti (implementazione floating vs. fixed point). - Implementazione CMOS dei principali blocchi di elaborazione del segnale digitale: adder, moltiplicatore, unità logica aritmetica, moltiplicatore e unità di accumulo, filtri CORDIC, FIR e IIR. - Strumenti di automazione della progettazione elettronica di alto livello per il co-design hardware-software per circuiti integrati digitali semi-custom. Linguaggi di descrizione dell'hardware per la modellazione, la simulazione e la sintesi logica. - Consumo di energia in IC digitale CMOS. Tecniche di progettazione per la riduzione del consumo di energia a diversi livelli di astrazione.

Bibliografia e materiale didattico

La lettura consigliata include:
- P. Pirsch, "Architetture per l'elaborazione del segnale digitale", Wiley
- J. M. Rabaey, A. Chandrakasan, B. Nikolic, Circuiti integrati digitali 2/E, Prentice-Hall
- K.C. Chang, "Digital Systems Design with VHDL and Synthesis", IEEE Computer Society

Ulteriori materiali saranno forniti dai docenti.

Indicazioni per non frequentanti

Il programma è lo stesso per studenti frequentanti e non frequentanti. Gli studenti non frequentanti possono trovare tutto il materiale del corso nella pagina web indicata dal docente.

Modalità d'esame

Esame orale.

Note

COMMISSIONE DI ESAME: Luca Fanucci, Massimiliano Donati, Pietro Nannipieri

Ultimo aggiornamento 31/07/2022 17:51