



UNICUSANO

Università degli Studi Niccolò Cusano - Telematica Roma

Insegnamento	SISTEMI DIGITALI
Livello e corso di studio	Laura in Ingegneria Elettronica e Informatica (L8)
Settore scientifico disciplinare (SSD)	IINF-01/A (ex ING-INF/01)
Anno di corso	3
Anno Accademico	2025-2026
Numero totale di crediti	9
Propedeuticità	ELETTRONICA
Docente	Andrea Orsini Facoltà: Ingegneria Nickname: orsini.andrea Email: andrea.orsini@unicusano.it Orario di ricevimento: Consultare il calendario alla pagina seguente del nostro sito verificando gli orari di Videoconferenza http://www.unicusano.it/calendario-lezioni-in-presenza/calendario-area-ingegneristica
Presentazione	L'insegnamento di "Sistemi Digitali" è concepito per fornire le metodologie e le competenze necessarie all'analisi e al progetto di sistemi prettamente basati sull'elettronica digitale, senza però perdere di vista i concetti fondamentali dell'elettronica più propriamente analogica (tempi di propagazione dei segnali, rumore e stabilità, ad esempio). L'insegnamento ha un carattere teorico, ma l'approccio è spesso pratico, legato a elementi propri della tecnologia microelettronica moderna e alle metodologie progettuali adottate nella sintesi di sistemi digitali anche complessi, quali i microprocessori. Per questi ultimi, si intende trasmettere ai discenti le linee guida nella progettazione dei microprocessori, con particolare riferimento ai processori ARM, le loro componenti fondamentali e i problemi affrontati in fase di progettazione. Infine, anche attraverso le attività interattive (etivity, classi virtuali e forum) verranno proposti esempi di implementazione di sistemi digitali più o meno complessi. Questo insegnamento si colloca nell'ambito delle discipline dell'elettronica, approfondendo le conoscenze e le competenze sul progetto e sull'analisi dei sistemi elettronici in generale acquisite nell'insegnamento di "Elettronica".
Obiettivi formativi	Il corso di SISTEMI DIGITALI ha i seguenti obiettivi formativi: 1. Illustrare i concetti fondamentali della logica booleana. 2. Descrivere le tecniche necessarie per l'analisi e la sintesi di circuiti logici, sia combinatori che sequenziali. Logica Statica e sua Ottimizzazione 3. Illustrare la struttura di sistemi a logica programmabile e le differenze con i sistemi a logica cablata 4. Descrivere le problematiche fondamentali relative all'analisi e al progetto di architetture di sistemi a microprocessore. Latch e registri statici e dinamici, memorie 5. Illustrare le caratteristiche e gli elementi progettuali di strutture di base per la sintesi di sistemi digitali. 6. Descrivere gli ambienti per lo sviluppo dei progetti di sistemi di elaborazione digitale
Prerequisiti	Conoscenza dei fondamenti della programmazione informatica. Conoscenza delle proprietà fondamentali dei sistemi elettronici per il condizionamento dei segnali. Al riguardo, si consiglia di rivedere tali nozioni, propedeutiche per l'apprendimento e l'approfondimento degli argomenti sviluppati nell'insegnamento, utilizzando testi già consultati per la preparazione soprattutto dell'esame di elettronica (Elettronica) sostenuto in precedenza. Si consiglia di effettuare come esame a scelta SISTEMI DI ELABORAZIONE
Risultati di apprendimento attesi	<u>Conoscenza e capacità di comprensione (knowledge and understanding)</u> Al termine dell'insegnamento, lo studente dimostrerà di conoscere le principali caratteristiche dei sistemi digitali, combinatori e sequenziali, nonché le fondamentali caratteristiche dei sistemi a microprocessore. Lo studente, inoltre, acquisirà la conoscenza degli strumenti più idonei allo sviluppo dei progetti di sistemi digitali, dai più semplici ai più complessi, quali i sistemi basati su microprocessore. Lo studente conoscerà la terminologia e le caratteristiche fondamentali dei componenti e sistemi digitali.

	<u>Conoscenze e capacità di comprensione applicate (applying knowledge and understanding)</u> Al termine dell'insegnamento, lo studente sarà in grado di utilizzare le conoscenze acquisite per l'analisi e la sintesi di sistemi digitali, dai più semplici a quelli di media complessità, avendo acquisito la capacità di progettare un sistema digitale distinguendone i blocchi funzionali che lo potranno comporre. Lo studente sarà inoltre in grado di dimensionare opportunamente un sistema digitale, a partire dalle specifiche assegnate. Le attività integrative, etivity, prevedono altresì l'applicazione delle conoscenze proprio per lo sviluppo di un progetto di sistemi digitali e anche semplici sistemi a microprocessore. <u>Autonomia di giudizio (making judgements)</u> Al termine dell'insegnamento, lo studente avrà la capacità di scegliere una determinata tipologia di circuito o sistema digitale in base a specifiche progettuali. Avrà, inoltre, maturato la capacità di individuare i blocchi fondamentali utili a sintetizzare una funzione logica, anche complessa, nonché le relative interconnessioni tra i blocchi. Infine, lo studente avrà sviluppato una capacità critica di interpretare i risultati ottenuti durante lo svolgimento di un esercizio di analisi o di sintesi, sia in termini di coerenza funzionale, sia in termini di fattibilità ingegneristica della soluzione individuata. <u>Abilità comunicative (communication skills)</u> Al termine dell'insegnamento, lo studente avrà acquisito un adeguato linguaggio tecnico-scientifico corretto e comprensibile che gli consentirà di esprimere in modo chiaro e privo di ambiguità le conoscenze tecniche acquisite nell'ambito dell'architettura e funzionamento di sistemi digitali. <u>Capacità di apprendere (learning skills)</u> Al termine dell'insegnamento, lo studente avrà sviluppato la capacità di applicare le conoscenze e competenze acquisite per la risoluzione di problemi non familiari che abbiano come oggetto l'analisi o la sintesi di sistemi digitali. Questo contribuirà alla sua crescita formativa nell'ambito ingegneristico per poter affrontare problemi posti sia in ambiente accademico che lavorativo.
Organizzazione dell'insegnamento	Il corso è sviluppato attraverso le lezioni preregistrate audio-video dalla durata di mezz'ora ciascuna che compongono, insieme a slide, dispense ed esercitazioni svolte, i materiali di studio disponibili in piattaforma. Sono poi proposti dei test di autovalutazione, di tipo asincrono, che corredano le lezioni preregistrate e consentono agli studenti di accertare sia la comprensione, sia il grado di conoscenza acquisita dei contenuti di ognuna delle lezioni. Sono altresì disponibili lezioni in web-conference programmate a calendario che si realizzano nei periodi didattici indicati dall'Ateneo e test di appelli d'esame precedenti, utili per prendere confidenza con la tipologia d'esame scritto. La didattica interattiva è svolta nel forum della "classe virtuale" e comprende E-tivity che applicano le conoscenze acquisite nelle lezioni di teoria e nelle esercitazioni. In particolare, l'insegnamento di Sistemi Digitali prevede 9 Crediti formativi. Il carico totale di studio per questo modulo di insegnamento è di circa 225 ore così suddivise in: circa 160 ore per la visualizzazione e lo studio del materiale videoregistrato distribuito equamente in 6 moduli; circa 60 ore di didattica interattiva per l'elaborazione di Etivity e test di autovalutazione; Si consiglia di distribuire lo studio della materia uniformemente in un periodo di 8-10 settimane dedicando tra le 20 alle 30 ore di studio a settimana.
Contenuti del corso	Descrivere i contenuti del corso per macro-argomenti detti Moduli (circa uno e mezzo CFU del corso ciascuno) Modulo 1 – Logica Binaria: dai Mosfet alle Funzioni Logiche (Settimana 1 – Impegno di 28 ore - 4 ore di teoria registrata) Dagli switch alle porte logiche: operazioni logiche NOT, AND e OR basate su switch; deviatori e multiplexer; MOSFET e elementi di logica CMOS. Operazione XOR. Esempi di circuiti combinatori. Algebra Booleana. Mappe di Karnaugh: definizione e proprietà; adiacenza; caso XOR. Uso di MUX. Funzioni combinatorie: esempi di tavole della verità; sintesi a due livelli. Sintesi mediante somma di prodotti e prodotti di somme. Sintesi mediante ROM e Multiplexer. Programmable Logic Array e PAL. Modulo 2 – Sistemi Digitali Sincroni: Sequenzialità (Settimana 2 – Impegno di 28 ore - 4 ore di teoria registrata) Introduzione a Latches e Flip-Flops. Latch SR. Latch D Segnale di Clock e Sincronismo. Automi e macchine a stato. Macchine di Mealy e di Moore: rappresentazione mediante diagramma degli stati; schemi di principio. Sintesi di reti sequenziali: rappresentazione di stati e ingressi; metodo di sintesi. Sintesi di sistemi con sequenza microprogrammata. Clock Skew. Metastabilità. Sincronizzatori. Parallelismo.

	Modulo 3 – LABORATORIO Verilog/VHDL (Settimana 3-4 – Impegno di 56 ore – 4 ore di esercitazione registrata e sviluppo etivity) Esercitazioni linguaggio di programmazione: compilazione, upload, debug; allestimento di un prototipo di macchina a stato tramite linguaggio HDL su Matlab. Etivity 1 Modulo 4 – La logica Aritmetica di un microprocessore (Settimana 5 – Impegno di 28 ore - 4 ore di teoria registrata) Introduzione all'implementazione dell'unità logica aritmetica per le operazioni di Somma, Sottrazione, Comparazione. Circuiti Traslatori. Moltiplicatori e Divisori. La memoria di sistema. DRAM e SRAM. Banchi di registri. ROM. Modulo 5 – Architettura dei microControllori (Settimana 6 – Impegno di 28 ore - 4 ore di teoria registrata) Microprocessori, cenni storici e caratteristiche generali. Classificazione: architettura di Von Neumann e Harvard; architetture RISC e CISC. Componenti, blocchi funzionali, architettura. Microprocessore minimo MU0: set di istruzioni; formato delle istruzioni; progetto a livello di datapath; ALU; logica di controllo; progetto a livello RTL. La pipeline e ulteriori estensioni. Modulo 6 – LABORATORIO codice Assembly e programmazione Microcontrollori ARM0+ (Settimana 7-8 – Impegno di 56 ore – 4 ore di esercitazione registrata e sviluppo etivity) Architettura generale del microcontrollore LPC845 (ARM-M0+) quale esempio di sistema digitale a microprocessore. Esercitazioni: compilazione, upload, debug; allestimento di un prototipo. Esercitazioni su: gestione LCD; Temporizzazione: System Timer, Watchdog. Interrupt e loro gestione; Periferiche e comunicazione: UART, I2C, SPI. gestione interfaccia seriale di comunicazione. Etivity 2
Materiali di studio	MATERIALI DIDATTICI A CURA DEL DOCENTE Il materiale didattico presente in piattaforma è suddiviso in 6 moduli. Essi ricoprono interamente il programma e ciascuno di essi contiene dispense, slide, videolezioni ed esercitazioni in cui il docente commenta le slide. Tale materiale contiene tutti gli elementi necessari per affrontare lo studio della materia. Testi consigliati: “Digital Design & Computer Architecture” by Sarah & David Harris, Imprint: Morgan Kaufmann Published Date: 12th July 2021 ISBN - Paperback: 978-0-12-820064-3 ISBN - eBook: 978-0-12-820065-0 “Digital System Design with VHDL” by Mark Zwolinski, Imprint: Pearson, Prentice Hall Published Date: Second Edition 2004 ISBN: 0-130-39985-X “The Definitive Guide to ARM® Cortex®-M0 and Cortex-M0+ Processors” by Joseph Yiu, Publisher: Newnes Elsevier Published Date: 2016 ISBN - Paperback: 978-0-12-803277-0
Modalità di verifica dell'apprendimento	L'esame consiste di norma nello svolgimento di una prova scritta tendente ad accertare le capacità di analisi e rielaborazione dei concetti acquisiti e nello svolgimento di una serie di attività (e-tivity) caricate all'interno delle classi virtuali. I risultati di apprendimento attesi circa le conoscenze della materia e la capacità di applicarle sono valutate dalla prova scritta, mentre le abilità comunicative, la capacità di trarre conclusioni e la capacità di autoapprendimento sono valutate in itinere attraverso le e-tivity. Le E-tivity si baseranno sulle attività di laboratorio e saranno un totale di due. Le E-tivity non sono da considerarsi Esoneri. La prova scritta prevede quiz a risposta multipla con un numero di 40 domande con un punteggio di 1 punto per ogni risposta esatta e nessuna penalizzazione in caso di risposta errata nelle risposte a scelta singola. Diversamente nelle risposte a scelta multipla si può avere al massimo un punto di penalizzazione. La prova scritta sarà valutata pertanto in 30esimi mentre tramite e-tivity si potranno conseguire punti bonus fino ad un massimo di 3 punti. La valutazione complessiva, pertanto, è espressa in 33esimi. Tutte le votazioni superiori a 30/30 corrisponderanno a 30 e lode e si possono raggiungere solamente grazie alle attività di etivity.
Criteri per l'assegnazione dell'elaborato finale	L'assegnazione dell'elaborato finale avverrà sulla base di un colloquio con il docente in cui lo studente manifesterà i propri specifici interessi in relazione a qualche argomento che intende approfondire; non esistono preclusioni alla richiesta di assegnazione della tesi e non è prevista una media particolare per poterla richiedere.