



UNICUSANO

Università degli Studi Niccolò Cusano - Telematica Roma

Insegnamento	Sistemi embedded
Livello e corso di studio	Laurea Magistrale in Ingegneria Informatica
Settore scientifico disciplinare (SSD)	ING-INF/05
Anno di corso	4
Anno Accademico	2022-2023
Numero totale di crediti	12
Propedeuticità	Nessuna
Docente	Armando Piccardi Facoltà: Ingegneria Nickname: armando.piccardi Email: armando.piccardi@unicusano.it Orario di ricevimento: gli studenti possono contattare il docente per concordare un ricevimento
Presentazione	Il corso di Sistemi Embedded ha lo scopo di fornire le nozioni fondamentali sui sistemi a microprocessore e microcontrollore, nonché le basi per implementare semplici dispositivi attraverso la programmazione di schede di sviluppo. A partire dai dispositivi per l'elettronica digitale, verrà studiata l'architettura dei microprocessori, con particolare riferimento ai processori ARM, le loro componenti fondamentali e i problemi da affrontare in fase di progettazione. Successivamente verranno introdotti i sistemi a microcontrollore, studiandone l'architettura generale e dove necessario facendo riferimento a specifici modelli (NXP, Arduino). Inoltre, verranno forniti gli strumenti per la programmazione di sistemi a microcontrollore, con riferimento sia al linguaggio di programmazione (C/C++) che all'ambiente di sviluppo. Infine, anche attraverso le Etivity, verranno proposti esempi di implementazione di dispositivi attraverso l'utilizzo di microcontrollori.
Obiettivi formativi	Il corso di Sistemi Embedded ha i seguenti obiettivi formativi: <ol style="list-style-type: none"> 1. Comprendere l'architettura e il funzionamento dei sistemi a microprocessore e microcontrollore. 2. Comprendere gli strumenti per l'analisi e/o il progetto di architetture di sistemi programmabili. 3. Acquisire le competenze necessarie per progettare sistemi di controllo, sia per quanto riguarda l'hardware che il firmware/software. 4. Acquisire gli strumenti per implementare semplici sistemi di controllo su piattaforme per microcontrollori.
Prerequisiti	La frequenza al corso non richiede il superamento di alcuna propedeuticità. Tuttavia, è consigliata la conoscenza di base di dispositivi e sistemi elettronici. In particolare, pur fornendo il corso una parte di revisione dei concetti necessari, si consiglia di rivedere le principali nozioni riguardanti i dispositivi digitali. È inoltre consigliato avere le conoscenze di base di un linguaggio di programmazione (preferibilmente C/C++).
Risultati di apprendimento attesi	Le competenze fornite dal corso allo studente sono declinate secondo i descrittori di Dublino: <ul style="list-style-type: none"> • Conoscenza e comprensione • Capacità di applicare conoscenza e comprensione • Autonomia di giudizio • Abilità comunicative • Capacità di apprendimento <p>Conoscenza e capacità di comprensione Al termine del Corso lo studente dimostrerà di conoscere le principali caratteristiche dei sistemi a microprocessore e microcontrollore e le problematiche da affrontare legate alla loro progettazione. Inoltre, acquisirà la conoscenza degli strumenti per la programmazione di sistemi a microcontrollore.</p> <p>Applicazione delle conoscenze Lo studente sarà in grado di utilizzare le conoscenze acquisite per l'analisi di sistemi <i>embedded</i>. Avrà inoltre gli</p>

	<p>strumenti per poter programmare sistemi a microcontrollore per l'implementazione dispositivi elettronici di controllo.</p> <p>Capacità di trarre conclusioni Lo studente sarà in grado di identificare le caratteristiche in termini di prestazioni di sistemi a microprocessore e microcontrollore. Dimostrerà inoltre di saper analizzare problemi legati alla progettazione di sistemi <i>embedded</i> e individuare le scelte hardware e software più appropriate all'applicazione.</p> <p>Abilità comunicative Lo studente acquisirà un adeguato linguaggio tecnico scientifico che gli permetterà di descrivere e sostenere conversazioni su architettura e funzionamento di sistemi programmabili di controllo.</p> <p>Capacità di apprendere Al termine del Corso, attraverso le conoscenze e competenze necessarie per l'analisi di sistemi a logica programmabile, lo studente avrà acquisito maggiore consapevolezza nell'affrontare problemi di analisi e progettazione dei sistemi <i>embedded</i>. Questo contribuirà alla sua crescita formativa nell'ambito ingegneristico per poter affrontare problemi posti sia in ambiente accademico che lavorativo.</p>
<p>Organizzazione dell'insegnamento</p>	<p>Il corso è sviluppato attraverso le lezioni preregistrate audio-video che compongono i materiali di studio disponibili in piattaforma insieme alle slide/dispense fornite dal docente.</p> <p>Sono proposti, per ogni modulo, dei test di autovalutazione di tipo asincrono, aventi la funzione di permettere agli studenti di accertarsi del grado di conoscenza acquisita dei contenuti del corso.</p> <p>La didattica interattiva comprende 2 Etivity che hanno l'obiettivo di applicare le conoscenze acquisite nelle lezioni più un'ulteriore attività riguardante il progetto di un semplice dispositivo da implementare con un sistema a microcontrollore.</p> <p>Il Corso di Sistemi Embedded prevede 12 Crediti formativi. Il carico totale di studio per questo modulo di insegnamento è di circa 320 ore, così suddivise: circa 140 ore per la visualizzazione e lo studio del materiale videoregistrato (16.5 ore di teoria e 3.5 ore di esercitazioni videoregistrate). Circa 13 ore di Didattica Interattiva per l'elaborazione e la consegna di 2 Etivity Circa 7 ore di Didattica Interattiva per l'esecuzione dei test di autovalutazione. Si consiglia di distribuire lo studio della materia uniformemente in un periodo di 12 settimane dedicando tra le 15 alle 20 ore di studio a settimana.</p>
<p>Contenuti del corso</p>	<p>Il corso è diviso in 10 moduli. I primi due saranno dedicati a una revisione dei dispositivi dell'elettronica digitale e utili per la comprensione dei sistemi a microprocessore e microcontrollore. Nel terzo e quarto modulo si studierà l'architettura dei microprocessori. Nel quinto modulo si affronterà lo studio delle basi del linguaggio di programmazione Assembly. Il sesto modulo sarà dedicato all'architettura dei sistemi a microprocessore. Nel settimo modulo si tratteranno i principi fondamentali sul funzionamento di sensori e gli attuatori, dal punto di vista del loro utilizzo nei sistemi <i>embedded</i>. Nell'ottavo modulo si richiameranno le basi del linguaggio di programmazione C. Il nono modulo sarà dedicato ai principi per la programmazione dei sistemi a microcontrollore. L'ultimo modulo è dedicato al progetto di un sistema automatico di controllo, da implementarsi attraverso la programmazione di un microcontrollore.</p> <p>Modulo 1 – Elettronica digitale combinatoria (2 ore di lezioni di teoria videoregistrate corredate da dispense per approfondimenti per un impegno di 21 ore - Settimana 1) Richiami di elettronica digitale: dai transistor alle porte logiche. Principi di Algebra di Boole. Circuiti a logica combinatoria: porte logiche, implementazioni di generiche funzioni logiche. Dispositivi per l'elettronica digitale: multiplexer, demultiplexer, codificatori, decodificatori; dispositivi programmabili, ROM. Principali metodi di sintesi di circuiti digitali combinatori.</p> <p>Modulo 2 – Elettronica digitale sequenziale (2.5 ore di lezioni di teoria videoregistrate corredate da dispense per approfondimenti per un impegno di 24.5 ore - Settimane 2) Dispositivi digitali sequenziali: latch, flip-flop; registri, contatori; memoria RAM, architettura e indirizzamento. Metodi di sintesi di circuiti digitali sequenziali: la macchina a stati finiti, esempi.</p> <p>Modulo 3 - Architettura di Microprocessori (3.5 ore di lezioni di teoria videoregistrate per un impegno di 24.5 ore - Settimana 3) Microprocessori, cenni storici e caratteristiche generali. Classificazione: architettura di Von Newman e Harvard, architetture RISC e CISC. Componenti, blocchi funzionali, architettura. Microprocessore minimo Mu0: set di e formato delle istruzioni; datapath e unità di controllo; ALU; possibili estensioni. Introduzione all'architettura di microprocessori: formato delle istruzioni, metodi di indirizzamento, pipeline. Approfondimenti sull'architettura RISC.</p> <p>Modulo 4 – Il microprocessore ARM (3 ore di lezioni di teoria videoregistrate per un impegno di 21 ore - Settimane 4-5) Introduzione e generalità sui processori ARM. Architettura, blocchi funzionali. Set di istruzioni, tipi e formato delle istruzioni e loro esecuzione. Banco registri, gestione della memoria: gerarchia di memoria, modalità di indirizzamento. Gestione degli interrupt. Pipeline, datapath. Architettura e set di istruzioni Thumb. Generalità</p>

	<p>sulle architetture per linguaggi ad alto livello. Hardware: ALU, unità di controllo, Barrel shifter.</p> <p>Modulo 5 – Linguaggio Assembly (3 ore di lezioni di teoria videoregistrate per un impegno di 21 ore - Settimana 6) Linguaggi a basso e alto livello. Interprete, compilatore, assemblatore. Caratteristiche generali e importanza del linguaggio Assembly. Istruzioni ARM Assembly e legame con l'architettura hardware dei processori ARM. Istruzioni di elaborazione, di trasferimento dai e di salto. Indirizzamento; gestione delle costanti numeriche. Direttive. Esempi.</p> <p>Modulo 6 – Architettura di Microcontrollori (3 lezione di teoria videoregistrata e 1 ora di esercitazione per un impegno di 26 ore - Settimana 7-8) Architettura generale di un microcontrollore. Conversione A/D e D/A: esempi di convertitori. Memoria di sistema: memorie ROM, PROM, EPROM, EEPROM. Periferiche e comunicazione: UART, I2C, SPI. Temporizzazione: Timer, PWM, Watchdog.</p> <p>Modulo 7 – Sensori e attuatori (3.5 ore di lezioni di teoria videoregistrate per un impegno di 24.5 ore - Settimana 9) Definizione, generalità e classificazione di trasduttori, sensori e attuatori. Principali parametri per la valutazione delle caratteristiche e delle prestazioni di trasduttori. Sensori resistivi e capacitivi: principali caratteristiche e interfacciamento con dispositivi a microcontrollore. Sensori e attuatori di luce: generalità, interfacciamento e controllo attraverso sistemi programmabili. Caso di studio: dispositivo a touchscreen.</p> <p>Modulo 8 – Linguaggio di programmazione C (Studio individuale indicazioni del docente, per un totale di 15.5 ore – Settimana 10) Il linguaggio di programmazione C, generalità. Programmazione in C per sistemi embedded. Struttura di un programma. Identificatori: dichiarazione e tipi di variabili. Operatori. Istruzioni condizionali. Funzioni. Strutture dati.</p> <p>Modulo 9 – Programmazione di Microcontrollori (Dispense del docente per un impegno di 26 ore - settimane 11) Ambiente di sviluppo, IDE, software di sviluppo. Strumenti: librerie, debug. Cenni sulla programmazione: progetto di un sistema con macchina a stati finiti, struttura del codice corrispondente. Progetto di un sistema a microcontrollore: interfacciamento, breadboarding, collegamento dispositivi, gestione dei segnali di ingresso e uscita. Il simulatore Mbed, analisi di semplici sistemi di controllo.</p> <p>Modulo 10 – Progetto di un sistema embedded (Studio individuale e realizzazione di un progetto, 28 ore - Settimana 12) Il docente assegnerà il progetto di un sistema di controllo. Sviluppo del progetto: definizione della Machina a Stati Finiti, scelta delle componenti hardware, reperimento e studio della documentazione tecnica sulla piattaforma assegnata (consigliata dal docente o concordata con lo studente) sia delle caratteristiche hardware che delle librerie per la programmazione, implementazione (realizzazione e programmazione) del sistema <i>embedded</i>, stesura della documentazione da allegare al sistema. Il progetto si intende individuale, a carattere interattivo tra docente e studente.</p> <p>Etivity 1 – Implementazione di dispositivi attraverso metodi di sintesi di circuiti digitali (3 ore di carico di studio – Settimana 2 / Settimana 3).</p> <p>Etivity 2 – Progetto di un sistema proprio dei sistemi a microprocessore, da affrontare attraverso i metodi appresi nei moduli precedenti (6 ore di carico di studio - Settimana 4).</p>
<p>Materiali di studio</p>	<p>· MATERIALI DIDATTICI A CURA DEL DOCENTE</p> <p>Il materiale didattico presente in piattaforma è suddiviso in 6 moduli. Essi ricoprono interamente il programma e ciascuno di essi contiene dispense, slide e videolezioni in cui il docente commenta le slide. Tale materiale contiene tutti gli elementi necessari per affrontare lo studio della materia.</p> <p>Testi consigliati: <i>S. Furber , "ARM, System on Chip Architecture", Addison Wesley.</i></p>
<p>Modalità di verifica dell'apprendimento</p>	<p>L'esame consiste nello svolgimento di una prova scritta tendente ad accertare le capacità di analisi e rielaborazione dei concetti acquisiti, da un progetto e di una serie di attività (E-tivity) svolte durante il periodo di studio.</p> <p>La valutazione sarà effettuata attraverso:</p> <ul style="list-style-type: none"> - la prova scritta, che consiste in un certo numero di domande a risposta aperta o chiusa, per cui è assegnato un punteggio totale pari a 30. Il numero delle domande e il punteggio assegnato a ogni domanda dipendono dalla difficoltà delle domande stesse (il punteggio assegnato a ogni domanda verrà indicato sulla prova). Le domande potranno essere teoriche o riguardare l'applicazione dei concetti studiati per risolvere problemi. Le domande saranno equamente divise rispetto alle parti di corso riguardanti microprocessori e microcontrollori e lo studente può decidere di svolgere solo una delle due

	<p>parti, venendo esonerato nell'appello successivo dalla parte scelta in caso di esito positivo;</p> <ul style="list-style-type: none"> - il progetto relativo al modulo 10, come specificato nelle indicazioni all'interno del materiale didattico, il cui punteggio sarà espresso in trentesimi; - la correzione delle Etivity, la cui consegna è da effettuarsi entro il giorno della prova scritta. Le Etivity non hanno un punteggio assegnato ma la loro valutazione potrà essere utilizzata in fase di aggiustamento del voto finale. <p>Il voto finale sarà così composto:</p> <ul style="list-style-type: none"> - per 2/3 dalla prova scritta - per 1/3 dal progetto finale - per 1-2 punti dallo svolgimento delle Etivity. <p>N.B. Nella prova scritta, le domande possono coprire l'intero programma, lo svolgimento delle E-tivity non garantisce l'esonero da parte del programma.</p> <p>I risultati di apprendimento attesi circa le conoscenze della materia e la capacità di applicarle sono valutate sia dalla prova scritta che dalla risoluzione delle E-tivity, mentre le abilità comunicative, la capacità di trarre conclusioni e la capacità di autoapprendimento sono valutate in itinere attraverso le E-tivity.</p>
<p>Criteri per l'assegnazione dell'elaborato finale</p>	<p>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.</p>