



## SCHEMA DELL'INSEGNAMENTO (SI)

### "ELETTRONICA PER SISTEMI MECCANICI INTELLIGENTI"

SSD ING-INF/01

DENOMINAZIONE DEL CORSO DI STUDI: INGEGNERIA MECCANICA PER LA PROGETTAZIONE E LA PRODUZIONE

ANNO ACCADEMICO 2022 - 2023

#### INFORMAZIONI GENERALI - DOCENTE

DOCENTE: MICHELE RICCIO

TELEFONO: 0817683117

EMAIL: [MICHELE.RICCIO@UNINA.IT](mailto:MICHELE.RICCIO@UNINA.IT)

#### INFORMAZIONI GENERALI - ATTIVITÀ

ANNO DI CORSO: I o II

PERIODO DI SVOLGIMENTO, SEMESTRE: I

CFU: 6

## INSEGNAMENTI PROPEDEUTICI (se previsti dall'Ordinamento del CdS)

"Nessuno"

## EVENTUALI PREREQUISITI

"Nessuno"

## OBIETTIVI FORMATIVI

*Il corso di Elettronica per Sistemi Meccanici Intelligenti si pone come obiettivo di far acquisire agli allievi i concetti fondamentali relativi ai circuiti basati su microcontrollore, alla sensoristica e le interconnessioni digitali (wired and wireless) che compongono i sistemi elettronici utilizzati nell'ambito dell'Internet of Things (IoT), con particolare enfasi rivolta all'IoT Industriale (IIoT) ed al paradigma dell'Industria 4.0. In tale scenario, saranno illustrate le principali applicazioni smart dell'elettronica analogica e digitale con riguardo ai sistemi meccanici.*

*Gli studenti sono posti in condizione di analizzare la struttura di semplici nodi sensoriali basati su microcontrollori, circuiti di attuazione e protocolli di comunicazione di interesse nei diversi scenari industriali e di applicazioni. Sono, quindi, forniti gli strumenti teorici per l'analisi e la sintesi di firmware per: (i) l'implementazione di algoritmi utili all'interfacciamento di circuiti a microcontrollore con sensori analogici e digitali; (ii) elaborazione dei dati raccolti in forma numerica; (iii) comunicazione tramite protocolli digitali di sistemi a microcontrollori con periferiche esterne utili alla connessione alla rete internet. Vengono, altresì, introdotti i concetti base per l'implementazione di elaborazioni real-time tramite RTOS. Il corso prevede, infine, una parte di sintesi circuitale dove verificare il corretto funzionamento hardware/firmware di semplici applicazioni di nodi sensoriali IoT.*

## RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI (DESCRITTORI DI DUBLINO)

### Conoscenza e capacità di comprensione

*A seguito del superamento dell'esame, lo studente possiede concetti essenziali sulla struttura di semplici sistemi a microcontrollori e sull'architettura di un nodo sensoriale per applicazioni nei sistemi meccanici intelligenti: dalla rilevazione di grandezze fisiche tramite sensori fino alla attuazione di semplici leggi di controllo. Conosce le specifiche circuitali e le tecniche di programmazione fondamentali per l'utilizzo delle più comuni periferiche integrate nei moderni microcontrollori con architettura ARM a 32 bit (input/output digitali, input analogici, periferiche PWM, periferiche di comunicazione seriali, etc.). Conosce le tecniche di interrogazione delle periferiche (i) cicliche (polling); (ii) temporizzate basate su contatori binari (iii) guidate da eventi (event-driven); (iv) basate su meccanismi tipici dei sistemi operativi real-time (RTOS).*

### Capacità di applicare conoscenza e comprensione

*A seguito del superamento dell'esame, lo studente possiede concetti essenziali sulla realizzazione di semplici sistemi a microcontrollori utili alla implementazione circuitale e firmware di nodi sensoriali ed attuativi per applicazioni nei sistemi meccanici intelligenti. Ai fini del superamento dell'esame, quindi, lo studente deve essere in grado di illustrare le specifiche teoriche e tecniche che sono alla base dei sistemi a microcontrollore per tali applicazioni. Deve in particolare dimostrare di essere in grado di analizzare semplici routine firmware per l'interfacciamento con sensori esterni, elaborare i dati raccolti e inviarli opportunamente tramite uno dei protocolli studiati durante il corso.*

*Lo studente deve anche essere in grado di analizzare alcuni aspetti tecnici dei componenti elettronici utilizzati nell'ambito dei sistemi meccanici, partendo dai datasheet ed individuando le specifiche rilevanti al fine di una corretta progettazione hardware/firmware.*

## PROGRAMMA-SYLLABUS

*Definizione di smart sensor, applicazioni smart per la meccanica. Cenni di Smart City, Smart Building, Smart Home, Smart Agriculture, Smart Mobility, Manufacturing 4.0. Microcontrollore: definizione, architettura e differenza con microprocessore. Ciclo di sviluppo del firmware. Architetture ARM: storia, CISC vs RISC. Famiglia di microcontrollori STM32. Ambienti di sviluppo (IDE) per microcontrollori STM32. Digital Input e Output per STM32: GPIO Design, registri GPIO e settings/funzionalità. Ingressi analogici: definizione, ADC e caso studio dei micro STM32. Modalità di funzionamento, frequenza di campionamento, tecniche di polling, interrupt e DMA. Utilizzo dell'ADC con la tecnica del polling. Utilizzo di sensori analogici. Conversione D/A: cenni di funzionamento. Utilizzo del DAC. Segnali "pseudo-analogici" PWM: dal segnale*

digitale al segnale analogico, filtraggio. Segnali PWM. Introduzione ai protocolli seriali: utilizzo dello shift register. Serial Peripheral Interface (SPI). Moduli SPI nei micro STM32. Utilizzo di sensori SPI. Introduzione al protocollo I2C: specifiche di comunicazione, confronto con il protocollo SPI. Utilizzo di sensori I2C. Introduzione al protocollo UART. Diagrammi temporali e differenze con il protocollo USART. Interrupt, Timers e Tasks. Programmazione event-driven e time-driven. Introduzione al concetto di interrupt come evoluzione del polling. Concetto di interrupt prioritised, masked e nested. Latenza. Introduzione ai Real-Time Operating System (RTOS). Concetto di programmazione parallela. Thread, Mutex, Semaphore, Queue, Mail. Keil RTX e CMSIS-RTOS. Scheduler dei processi: Pre-emptive, Round-Robin, Co-operative. Overview dei protocolli di rete per IoT: reti a raggio corto; a medio raggio; a lungo raggio. Confronto tra le diverse tecnologie: WiFi, Bluetooth, BLE, Cellular, LoRA. Circuiti elettronici per la connessione wireless alla rete internet.

## MATERIALE DIDATTICO

“Fast and Effective Embedded Systems Design: Applying the ARM mbed” di Rob Toulson, Tim Wilmshurst.

“Microcontrollers hardware and firmware for 8-bit and 32-bit devices” di Franco Zappa, Società Editrice Esculapio.

Slide utilizzate durante le lezioni.

## MODALITÀ DI SVOLGIMENTO DELL'INSEGNAMENTO

Il docente utilizzerà: a) lezioni frontali per circa il 70% delle ore totali, b) esercitazioni volte ad (i) applicare ed approfondire gli aspetti teorici, sull'utilizzo delle tecniche firmware per l'utilizzo dei sistemi a microcontrollore; (ii) applicare ed approfondire gli aspetti tecnici per la realizzazione hardware di sistemi embedded a microcontrollore, l'interfacciamento con sensori e con la rete internet.

## VERIFICA DI APPRENDIMENTO E CRITERI DI VALUTAZIONE

### a) Modalità di esame:

L'esame si articola in prova	
scritta e orale	
solo scritta	
solo orale	
discussione di elaborato progettuale	
altro	X

### b) Modalità di valutazione:

gli esami di accertamento e di valutazione consistono:

- in una prova al calcolatore, volta ad accertare la capacità di analisi e sintesi di uno dei seguenti aspetti: (i) firmware per applicazioni basate su microcontrollori; (ii) schemi, componenti e circuiti elettronici di sistemi embedded a microcontrollore.

- in una prova orale, volta ad accertare la comprensione dei metodi teorici per l'analisi e la sintesi di sistemi elettronici a microcontrollori per IoT sia da un punto di vista firmware che hardware.

Il voto finale è la media aritmetica dei voti conseguiti nelle due prove.

Ai fine del superamento dell'esame con votazione minima di 18/30 è necessario che le conoscenze/competenze della materia siano almeno ad un livello elementare, sia per la parte di analisi/scrittura firmware che per quella orale. Agli studenti che abbiano acquisito competenze eccellenti sia nella prova al calcolatore che in quella orale può essere attribuita la lode.