



# UNIVERSITÀ DI PISA

---

## INDUSTRIAL APPLICATIONS

### PIERFRANCESCO FOGLIA

Anno accademico	2023/24
CdS	COMPUTER ENGINEERING
Codice	910II
CFU	9

Moduli	Settore/i	Tipo	Ore	Docente/i
INDUSTRIAL APPLICATIONS	ING-INF/05	LEZIONI	90	PIERFRANCESCO FOGLIA COSIMO ANTONIO PRETE

#### Obiettivi di apprendimento

##### *Conoscenze*

Lo studente avrà la capacità di analizzare e realizzare applicazioni in ambito embedded e industriale, con vincoli sulle risorse e sui tempi di esecuzione, considerando le infrastrutture hardware, le interfacce di programmazione ed i sistemi operativi Real Time. Sarà in grado di dimostrare la conoscenza dell'architettura delle applicazioni embedded/industriali e delle tecniche utilizzate per ottenerne la predicibilità; sarà consapevole delle problematiche relative a costi, consumi e standard.  
Per mezzo di attività sperimentali, lo studente acquisirà competenze nell'innovazione di prodotto e di servizio in ambito industriale/embedded, arrivando fino alla realizzazione di prototipi dimostrativi.

##### *Modalità di verifica delle conoscenze*

Lo studente verrà valutato sulla base della capacità di discutere i principali contenuti del corso utilizzando la terminologia appropriata. Lo studente dovrà dimostrare la capacità di mettere in pratica ed eseguire, con consapevolezza critica, le attività illustrate e svolte dal docente durante il corso.

Modalità:

Esame orale finale

Dimostrazione pratica in laboratorio.

##### *Capacità*

Lo studente sarà in grado di utilizzare microcontrollori avanzati, anche sfruttando l'interfaccia di programmazione offerta da sistemi operativi Real Time, e di analizzare e realizzare applicazioni che debbano soddisfare vincoli temporali e di altro tipo.  
Attraverso attività sperimentali, lo studente acquisirà inoltre competenze nell'innovazione di prodotto e di servizio in ambito industriale/embedded, arrivando fino alla realizzazione di prototipi dimostrativi.

##### *Modalità di verifica delle capacità*

Le competenze saranno testate attraverso sezioni di laboratorio e la realizzazione di prototipi dimostrativi.

##### *Comportamenti*

Lo studente svilupperà la consapevolezza dell'importanza dei requisiti non funzionali delle applicazioni industriali ed embedded e possiederà una serie di metodologie e tecniche per soddisfare tali requisiti.

##### *Modalità di verifica dei comportamenti*

I comportamenti saranno verificati attraverso l'esame orale finale e la dimostrazione pratica finale in laboratorio.

##### *Prerequisiti (conoscenze iniziali)*

Conoscenza dei linguaggi di programmazione, conoscenze dei sistemi operativi general purpose e dell'architettura del calcolatore.

##### *Indicazioni metodologiche*

Frequenza: Consigliata

Modalità di insegnamento:

Lezioni frontali

Attività di laboratorio



## UNIVERSITÀ DI PISA

Guida nello sviluppo di progetti

Apprendimento basato su compiti/apprendimento basato su problemi/apprendimento basato su indagini

Attività di apprendimento:

partecipazione alle lezioni

sviluppo di un progetto e di un prototipo

preparazione di relazioni scritte e loro presentazione

Attività di laboratorio

partecipazione a discussioni

lavoro di gruppo

### Programma (contenuti dell'insegnamento)

Il corso si propone di illustrare le tecnologie e le metodologie di progetto per la realizzazione di applicazioni embedded e industriali con vincoli su risorse e tempi di esecuzione. Gli studenti saranno in grado di progettare applicazioni, considerando tecniche e metodologie per ottenere prevedibilità, le infrastrutture hw, l'utilizzo di sistemi operativi Real Time, e l'utilizzo di librerie sw di astrazione dell'hardware.

In una parte significativa del corso, attraverso attività sperimentali, gli studenti acquisiranno competenze nell'innovazione di prodotto e servizio in ambito industriale/embedded, arrivando fino alla realizzazione di prototipi dimostrativi.

La realizzazione dei prototipi sarà oggetto della valutazione finale.

Programma:

- principali requisiti delle applicazioni embedded/industriali. Requisiti temporali, fattori che limitano la prevedibilità di un sistema
- concetti di base: task, architettura di base di un'applicazione industriale, vincoli temporali, WCET, tecniche statiche e dinamiche per WCET, esempi di valutazione dei vincoli temporali per un'applicazione industriale, vincoli di precedenza e vincoli sulle risorse. Timing Anomalies.
- Metodologie per ottenere la prevedibilità:
  1. Scheduling di Task aperiodici: algoritmi, ottimalità, Acceptance test, vincoli di risorse
  2. Scheduling di Task periodici: algoritmi, ottimalità, condizioni sufficienti, condizioni necessarie e sufficienti, Response Time Analysis, Processor Demand.
  3. vincoli delle risorse: il fenomeno dell'inversione delle priorità. Algoritmi per evitare l'inversione di priorità. Calcolo del tempo di blocco.
- Infrastrutture Hw e interfacce di programmazione:
  1. CPU per applicazioni industriali. Esempificazione con la famiglia ARM Cortex. Microcontrollori
  2. Microcontrollori: ambienti di sviluppo, programmazione, strumenti di debug ed emulatori. Schede di sviluppo. Librerie di livello basso e di astrazione hardware.
  3. Microcontrollori: Gestione dei pin di I/O: polling e interrupt. Comunicazioni seriali e porta com virtuale. Modalità bloccante e non bloccante. API LCD e touchscreen. Implementazione di macchine a stati finiti. Programmazione di altri dispositivi di controllo.
- Architettura sw e RTOS:
  1. Vantaggio dell'utilizzo di RTOS in applicazioni industriali e architetture sw. Esempificazione con il sistema operativo FreeRTOS. Task States, algoritmi di schedulazione. API per la gestione dei task. File di configurazione. Timers e Signals. Implementazioni di task periodici, assegnazione delle priorità secondo legge rate monotonic, controlli per la rilevazione di deadline misses e gestione del sysstick overflow. Utilizzo dei segnali e OSdelay. Mutex e counting semaphore . Esempi di applicazione del protocollo di priority inheritance. Architettura di un'applicazione basata su task periodici e aperiodici.
- Esempio di norme in ambito industriale.
- Laboratorio sull'innovazione di prodotto e servizio in ambito industriale/embedded

### Bibliografia e materiale didattico

materiale fornito dal docente.

*Libro di testo: G. Buttazzo: Hard Real-Time Computing Systems*

Ultimo aggiornamento 20/10/2023 21:34