



# UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DELL'AQUILA

## CORSI DI INGEGNERIA

A.A. 2023/2024

**Elaborazione dei dati e delle informazioni di misura ( I4E )**

**- Bucci Giovanni - Ciancetta Fabrizio -**

(Aggiornato il 12-10-2023)

### **Contenuti del corso (abstract del programma):**

Il corso si prefigge di studiare le tecniche adottate nella strumentazione elettronica (sia di tipo commerciale che realizzata ad hoc per specifiche applicazioni) per l'elaborazione numerica dei segnali. Il corso prevede una parte teorica ed una pratica di laboratorio, dedicata all'approfondimento ed all'applicazione dei concetti studiati. Gli algoritmi di misura saranno simulati utilizzando il tool Matlab. Saranno inoltre illustrati i tools per lo sviluppo di sistemi basati su microcontrollori e Digital Signal Controllers della Microchip. L'esame prevede un'attività sperimentale finale da condursi in laboratorio. Alla fine del corso, gli studenti avranno acquisito le nozioni che consentiranno loro di comprendere i concetti fondamentali dell'elaborazione dei segnali, applicata nel settore delle misure, con particolare riferimento alle tecniche d'elaborazione basata su sistemi a microcontrollore e DSC.

### **Programma esteso:**

Sistemi digitali per l'analisi in frequenza dei segnali. Richiami sull'analisi in frequenza dei segnali. Serie e trasformata continue di Fourier. Serie e trasformata discrete di Fourier. Nascita del problema del Leakage nella strumentazione digitale; cause principali. Applicazione delle funzioni finestra. Convoluzione discreta. ADC a sovracampionamento e sigma-delta. Introduzione ai convertitori a sovracampionamento. Schema a blocchi di un convertitore sigma-delta. Funzionamento del modulatore sigma-delta. Implementazione analogica e digitale del convertitore sigma-delta. Cenni su architetture avanzate di ordine superiore. Test dei sistemi di conversione A/D. Il convertitore A/D reale, errori nei convertitori A/D, evoluzione storica delle tipologie di test. Il segnale di prova: Scelta dell'ampiezza e della frequenza del segnale e del numero di campioni. Generatori di segnale. Principio di funzionamento dei generatori di segnali analogici. Cenni sugli oscillatori. Generatori di sweep. Generatori di funzione. Generatori a sintesi analogica diretta. Generatori a sintesi digitale. Generatori di forme d'onda arbitrarie. Caratterizzazione statica, numero di campioni e presenza del rumore. Verifica dei sistemi di conversione A/D con il metodo degli istogrammi; valutazione della non linearità differenziale, degli errori di guadagno e di offset. Verifica con il metodo degli istogrammi sincronizzati: valutazione del ritardo e dell'incertezza di apertura. Test con FFT. Ambiente di simulazione MATLAB. Introduzione all'ambiente MATLAB. Tecniche per la generazione e l'analisi di segnali nel dominio del tempo e della frequenza. Tecniche per la simulazione di un sistema di misura digitale. Sistemi digitali a microprocessore. Sistemi basati su microprocessori, microcontrollori, digital signal processors (DSPs) e Digital Signal Controllers (DSCs). Le famiglie di dispositivi PIC16, PIC24 e PIC32. Ambienti di sviluppo. Impostazione di

un progetto. Tecniche di programmazione in ambiente C. Tecniche di test dei sistemi a microprocessore. Attività di laboratorio. Ambiente di simulazione MATLAB. Implementazione di algoritmi per la simulazione di : generatori di segnali numerici, analizzatori di spettro. Simulazione di un quantizzatore A/D ideale e reale. Simulazione del fenomeno del leakage. Implementazione di un algoritmo per la Convoluzione discreta di 2 sequenze. Implementazione del test degli istogrammi con segnale a rampa e con sinusoidi. Implementazione del test con FFT. Ambienti di sviluppo per PIC Ambienti di sviluppo per PIC a 16 bits. Uso del tool MPLAB. Esempi di programmazione in C. Caricamento e Debug del programma. Uso delle funzioni di libreria. Uso delle porte di I/O. Tecniche di polling e di interrupt. Gestione dei timers, degli interrupts, delle porte seriali e dei Convertitori A/D. Ambienti di sviluppo per PIC a 32 bits. Uso del PIC24 e della basetta Explorer16. Tool di simulazione della Explorer16 (Proteus). Programmazione in ambiente C. Uso del modulo PIM con il PIC32 sulla basetta Explorer 16. Uso del tool Code Configurator. Impostazione di un progetto in ambiente MPLABX IDE per il PIC32MZ. Uso del compilatore XC32 e realizzazione di un progetto. Configurazione dei registri principali. Selezione e programmazione del segnale di clock. Gestione dei timers. Generazione e servizio degli interrupts. Acquisizione di un segnale analogico con l'ADC. Gestione delle porte SPI.

### **Modalità d'esame:**

A conclusione del corso, e' normalmente richiesto lo sviluppo di un elaborato (tesina) in merito ad un'applicazione da concordare con il docente. L'esame verra' sostenuto in modalita' orale, illustrando 3 degli argomenti previsti nel programma e svolti a lezione, che verranno richiesti dalla commissione d'esame.

### **Risultati d'apprendimento previsti:**

Conoscenza delle tecniche con cui sono elaborati i dati di misura acquisiti. La padronanza di questi argomenti deve consentire di scegliere le tecniche e gli algoritmi più opportuni per la specifica applicazione e di programmare correttamente la strumentazione di misura più avanzata. Conoscenza di sistemi basati su microprocessore. Capacità di realizzazione di sistemi di misura legati alle specifiche applicazioni.

### **Link al materiale didattico:**

<http://www.didattica.univaq.it/moodle/>

### **Testi di riferimento:**

[Dispense delle lezioni](#)