



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PALERMO

DIPARTIMENTO	Ingegneria
ANNO ACCADEMICO OFFERTA	2023/2024
ANNO ACCADEMICO EROGAZIONE	2023/2024
CORSO DILAUREA MAGISTRALE	ELECTRONICS ENGINEERING
INSEGNAMENTO	METODI DI ELABORAZIONE DEI SEGNALI
TIPO DI ATTIVITA'	C
AMBITO	20925-Attività formative affini o integrative
CODICE INSEGNAMENTO	05034
SETTORI SCIENTIFICO-DISCIPLINARI	ING-INF/03
DOCENTE RESPONSABILE	GARBO GIOVANNI Professore Ordinario Univ. di PALERMO
ALTRI DOCENTI	
CFU	6
NUMERO DI ORE RISERVATE ALLO STUDIO PERSONALE	102
NUMERO DI ORE RISERVATE ALLA DIDATTICA ASSISTITA	48
PROPEDEUTICITA'	
MUTUAZIONI	
ANNO DI CORSO	1
PERIODO DELLE LEZIONI	1° semestre
MODALITA' DI FREQUENZA	Facoltativa
TIPO DI VALUTAZIONE	Voto in trentesimi
ORARIO DI RICEVIMENTO DEGLI STUDENTI	GARBO GIOVANNI Mercoledì 15:00 17:00 Presso il mio ufficio II piano Ed. 9 Viale delle Scienze U223

PREREQUISITI	Conoscenze di base di teoria dei segnali e teoria dei sistemi.
RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI	Conoscenza e capacità di comprensione Lo studente al termine del corso avrà acquisito la conoscenza delle principali tecniche di elaborazione numerica dei segnali, con particolare riguardo alle tecniche di trasformazione e di filtraggio dei segnali. Tali conoscenze lo metteranno in grado di comprendere il ruolo di ciascuno degli algoritmi di base all'interno di un sistema di elaborazione numerica, nonché l'impatto degli errori di approssimazione numerica sulle prestazioni complessive del sistema. A tal fine, durante il corso saranno presentate e discusse in aula le principali operazioni di base sui segnali a tempo discreto, la cui composizione mette in grado di ottenere, con maggiore o minore approssimazione, le prestazioni richieste al sistema di elaborazione numerica. Ciò comporterà sia l'introduzione di alcuni strumenti di analisi teorica dei segnali a tempo discreto, sia la presentazione di algoritmi specifici, sui quali verrà effettuata una discussione critica, con il contributo attivo degli studenti. Per il raggiungimento di questo obiettivo il corso prevede lezioni frontali ed esercitazioni in aula di carattere teorico. La verifica del raggiungimento di questo obiettivo sarà ottenuta tramite la prova scritta e la prova orale. Capacità di applicare conoscenza e comprensione Lo studente sarà in grado di applicare le conoscenze acquisite e la comprensione degli argomenti del corso a problemi di progettazione di sistemi di elaborazione numerica, con particolare riguardo ai filtri numerici; potrà inoltre applicare tali conoscenze alla valutazione, per ciascuna soluzione, di parametri quali la complessità computazionale, i requisiti di memoria e la qualità del progetto in relazione ai risultati ottenuti rispetto alle specifiche desiderate. Per il raggiungimento di tale obiettivo sono previste nel corso alcune lezioni ed esercitazioni di carattere applicativo; alcune di queste ultime comprenderanno discussioni comparative di soluzioni alternative ad uno stesso problema, con il contributo attivo degli studenti, nonché discussioni, da parte degli studenti, di argomenti loro preventivamente proposti. La verifica del raggiungimento di tale obiettivo sarà ottenuta sia attraverso la prova scritta, che comprenderà un semplice progetto, sia attraverso quella parte del colloquio che verterà su argomenti di carattere applicativo che sono stati oggetto di esercitazioni in aula. Autonomia di giudizio Lo studente sarà in grado di giudicare e mettere a confronto fra loro più soluzioni di uno stesso problema sulla base di valutazioni quantitative delle principali caratteristiche di ciascuna soluzione. Per il raggiungimento di tale obiettivo sono previste alcune esercitazioni in cui vengono confrontate criticamente soluzioni alternative, con il contributo attivo degli studenti. In esse si discutono pregi e difetti di ciascuna delle soluzioni possibili da diversi punti di vista, quali ad esempio il costo computazionale, la memoria richiesta, la precisione raggiunta. La verifica di tale obiettivo sarà effettuata in sede di prova orale, riprendendo discussioni comparative su temi affrontati in esercitazioni ed affrontando discussioni su argomenti simili. Abilità comunicative Lo studente sarà in grado di comunicare con chiarezza problemi e soluzioni relative alle tematiche dell'elaborazione numerica di segnali. In particolare sarà in grado di motivare le scelte effettuate nella risoluzione dei problemi di analisi o di progetto. Per il raggiungimento di questo obiettivo il corso prevede discussioni in aula, da parte degli studenti, di argomenti loro preventivamente proposti. La verifica di tali capacità verrà effettuata in sede di prova orale. Capacità d'apprendimento Lo studente sarà in grado di approfondire autonomamente problematiche non affrontate direttamente nell'ambito delle lezioni frontali, attraverso lo studio personale di nuove tematiche. Per il raggiungimento di tale obiettivo verranno proposti agli studenti argomenti da approfondire, con successiva discussione in aula. La verifica di tali capacità verrà effettuata in sede di prova orale, nel corso della quale verrà ripresa la discussione degli argomenti proposti.
VALUTAZIONE DELL'APPRENDIMENTO	Prova scritta ed orale al fine di accertare il grado di conoscenza effettivamente acquisito e la capacità di esporre i concetti in modo chiaro ed efficace e di applicarli. Il voto verrà attribuito sulla base del livello che lo studente dimostra di aver raggiunto durante le prove d'esame basandosi sulla griglia in calce. Criterio di attribuzione del voto: 30-30 e lode: Valutazione eccellente/ottimo. Ottima conoscenza degli argomenti, ottima capacità analitica anche in nuovi contesti; ottima proprietà di linguaggio e di apprendimento. 27-29: Valutazione molto buono. Buona padronanza degli argomenti, piena proprietà di linguaggio, lo studente è in grado di applicare le conoscenze per risolvere i problemi proposti. 24-26: Valutazione buono. Conoscenza di base dei principali argomenti, discreta proprietà di linguaggio, con limitata capacità di applicare autonomamente le conoscenze alla soluzione dei problemi proposti. 21-23: Soddisfacente. Parziale autonomamente le conoscenze acquisite. 18-20: Sufficiente. Minima conoscenza degli argomenti del corso e del linguaggio

	tecnico, scarsissima o nulla capacità di applicare autonomamente le conoscenze acquisite. Insufficiente: non possiede una conoscenza accettabile dei contenuti degli argomenti trattati durante il corso
OBIETTIVI FORMATIVI	Il corso implementa gli obiettivi formativi previsti dalla SUA-CdS del corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Informatica per quanto riguarda i metodi di elaborazione dei segnali. In accordo con gli obiettivi formativi qualificanti della classe Ingegneria Informatica, i laureati potranno trovare occupazione in particolare nelle aree dell'ingegneria delle telecomunicazioni e dell'ingegneria biomedica, nelle quali le competenze acquisite nell'ambito dell'elaborazione numerica dei segnali svolgono un ruolo centrale. In accordo con i risultati di apprendimento attesi, il laureato in Ingegneria Informatica avrà acquisito, tramite il corso in oggetto, la conoscenza dei principali metodi di elaborazione dei segnali.
ORGANIZZAZIONE DELLA DIDATTICA	Lezioni frontali, esercitazioni in aula, discussioni in aula su argomenti preventivamente stabiliti.
TESTI CONSIGLIATI	- Oppenheim A.V., Schafer R.W.: Elaborazione numerica dei segnali. 978-8820430061 -dispense on line fornite dal docente

PROGRAMMA

ORE	Lezioni
1	Introduzione al corso: obiettivi fondamentali dell'elaborazione numerica dei segnali
6	Segnali a tempo discreto e relative tecniche di analisi: trasformata di Fourier dei segnali a tempo discreto, trasformata zeta e sue proprietà fondamentali, segnali di durata finita, DFT e sue proprietà fondamentali, convoluzione lineare e convoluzione ciclica e relazioni tra loro sussistenti, tecniche di trasformazione e antitrasformazione
5	Sistemi a tempo discreto e relative tecniche di analisi: sistemi a tempo discreto descritti mediante relazioni ingresso-uscita, risposta impulsiva e funzione di trasferimento, sistemi FIR e IIR, rappresentazione di un sistema mediante grafo di flusso dei segnali, realizzazioni canoniche
4	Tecniche di trasformata di Fourier veloce (FFT) e di convoluzione veloce: FFT a radice 2, a decimazione di tempo e di frequenza, FFT a radice composta, metodi di convoluzione veloce ("overlap and sum" e "overlap and save")
4	Progettazione di filtri IIR: trasferimento delle specifiche di un filtro analogico in quelle di una realizzazione mediante filtro numerico, schemi di tolleranze tipici (filtro passa-basso, passa-banda etc.), problemi di approssimazione, metodi dell'invarianza all'impulso e della trasformazione bilineare, approssimazioni di Butterworth e di Chebyshev, corrispondenti tecniche di progettazione, trasformazioni di frequenza.
5	Progettazione di filtri FIR: filtri a fase lineare, proprietà della risposta impulsiva e della funzione di trasferimento, progettazione di un filtro FIR mediante il metodo delle finestre, progettazione di un filtro FIR a fase lineare mediante il metodo del campionamento in frequenza, riduzione a un problema di programmazione lineare, cenni sui metodi di progettazione ottima.
5	Effetti della quantizzazione e della precisione finita dell'aritmetica: errore di quantizzazione, rappresentazioni in virgola fissa e mobile, analisi statistica degli errori, esempi di instaurazione di cicli limite.
ORE	Esercitazioni
11	Esercitazioni teorico/numeriche sugli argomenti svolti nel corso.
4	Esercitazioni con discussioni comparative di soluzioni alternative ad uno stesso problema progettuale
3	Discussioni in aula di argomenti preventivamente assegnati agli studenti.