



UNIVERSITÀ CUSANO

Insegnamento	Tecnologie per i sistemi wireless
Livello e corso di studio	Laurea in Ingegneria Elettronica e Informatica (L8)
Settore scientifico disciplinare (SSD)	IINF-02/A (ex ING-INF/02)
Anno Accademico	2025-2026
Anno di corso	3
Numero totale di crediti	6
Propedeuticità	Campi elettromagnetici, Propagazione guidata e circuiti a microonde
Docente	Michela Longhi Facoltà: Ingegneria Nickname: michela.longhi Email: michela.longhi @unicusano.it Orario di ricevimento: Consultare il calendario alla pagina seguente del nostro sito verificando gli orari di Videoconferenza http://www.unicusano.it/calendario-lezioni-in-presenza/calendario-area-ingegneristica
Presentazione	Il corso è concepito per fornire le metodologie e le competenze necessarie alla comprensione delle tecnologie alla base dei moderni sistemi wireless. In particolare, il corso fornisce informazioni di carattere teorico e pratico sui principali sistemi wireless e sulle tecnologie elettroniche ed elettromagnetiche abilitanti. Vengono forniti conoscenze e competenze sul rumore nei sistemi di telecomunicazioni, sulle antenne e sulla radiopropagazione, nonché sul funzionamento dei principali sistemi a microonde. Particolare enfasi è posta sulla comprensione fisica dei fenomeni che caratterizzano la trasmissione e la ricezione di informazioni su portante radio. Questo corso ci colloca nell'ambito delle discipline dei campi elettromagnetici e amplia e approfondisce le conoscenze acquisite negli insegnamenti di Campi Elettromagnetici e di Propagazione guidata e circuiti a microonde.
Obiettivi formativi disciplinari	L'insegnamento di Tecnologie per i sistemi wireless si propone di: 1. Illustrare i principali sistemi di comunicazione wireless e le relative specificità 2. Descrivere le tecnologie abilitanti per i moderni sistemi wireless 3. Descrivere le problematiche di rumore e distorsione nei sistemi wireless 4. Illustrare i fondamenti della teoria delle antenne e della radiopropagazione 5. Illustrare i principali sistemi a microonde, il loro funzionamento, e i relativi criteri di progetto
Prerequisiti	Conoscenza dei fondamenti dell'analisi matematica e delle funzioni vettoriali a più variabili. Conoscenza delle proprietà fondamentali del campo elettrostatico, magnetostatico ed elettromagnetico. Al riguardo, si consiglia di rivedere tali nozioni, propedeutiche per l'apprendimento e l'approfondimento della teoria della propagazione; a tal fine, si possono utilizzare i testi già consultati per la preparazione agli esami di base dell'area matematica (Analisi I e Analisi II) e fisica (Fisica generale II e Campi Elettromagnetici) sostenuti in precedenza
Risultati di apprendimento attesi	Conoscenza e capacità di comprensione Al termine dell'insegnamento, lo studente conoscerà la terminologia, le proprietà e le caratteristiche dei moderni sistemi wireless. Conoscerà le fonti di rumore che influenzano le prestazioni di un sistema wireless. Conoscerà, inoltre, i fondamenti delle antenne e le grandezze fisiche usate per la loro caratterizzazione. Infine, lo studente conoscerà i fondamenti della propagazione libera del campo elettromagnetico, gli effetti del terreno e dell'atmosfera e il problema dei cammini multipli. Applicazione delle conoscenze Al termine dell'insegnamento, lo studente avrà sviluppato capacità di analisi e sintesi di un sistema di comunicazione wireless e dei relativi scenari propagativi. Capacità di trarre conclusioni Al termine dell'insegnamento, lo studente avrà la capacità di scegliere i componenti necessari per dimensionare un sistema wireless che soddisfi determinate specifiche progettuali. Avrà, inoltre, maturato la capacità di determinare

	gli effetti dell'ambiente sulla propagazione del campo elettromagnetico e di tenerne conto in fase progettuale. Infine, lo studente avrà sviluppato una capacità critica di interpretare i risultati ottenuti durante lo svolgimento di un esercizio numerico e di una simulazione sia in termini di coerenza fisica dei risultati ottenuti sia in termini di fattibilità ingegneristica della soluzione individuata. Abilità comunicative Al termine dell'insegnamento, lo studente avrà sviluppato un linguaggio scientifico corretto e comprensibile che gli consentirà di esprimere in modo chiaro e privo di ambiguità le conoscenze tecniche acquisite nell'ambito della teoria dei sistemi wireless, delle antenne e della radiopropagazione. Capacità di apprendere Al termine dell'insegnamento, lo studente avrà sviluppato la capacità di applicare le conoscenze acquisite per la risoluzione di problemi non familiari che abbiano come oggetto la trasmissione e la ricezione di informazioni su portante radio.
Organizzazione dell'insegnamento	Il corso è sviluppato attraverso le lezioni preregistrate audio-video dalla durata di mezz'ora ciascuna che compongono, insieme a slide, dispense ed esercitazioni svolte, i materiali di studio disponibili in piattaforma. Sono poi proposti dei test di autovalutazione, di tipo asincrono, che corredano le lezioni preregistrate e consentono agli studenti di accertare sia la comprensione, sia il grado di conoscenza acquisita dei contenuti di ognuna delle lezioni. Sono altresì disponibili lezioni in web-conference programmate a calendario che si realizzano nei periodi didattici e video-ricevimenti con il docente per chiarire eventuali dubbi. Il Corso di Tecnologie per i sistemi wireless prevede 6 crediti formativi (CFU). Il <u>carico totale di studio</u> per questo modulo di insegnamento è compreso tra <u>150 e 160 ore</u> così suddivise: 1. circa 130 ore per la visualizzazione e lo studio del materiale videoregistrato 2. circa 20 ore per la fruizione e lo studio delle esercitazioni 3. circa 5 ore di didattica interattiva per l'esecuzione dei test di autovalutazione. Si consiglia di distribuire lo studio della materia uniformemente in un periodo di 6-8 settimane dedicando tra le 20 alle 25 ore di studio a settimana.
Contenuti del corso	Modulo 1 – Richiami di Campi Elettromagnetici (Settimana 1 – Impegno di 20 ore) Equazioni di Maxwell. Onde elettromagnetiche. Equazione di continuità. Relazioni costitutive. Relazioni di Kramers-Kronig. Condizioni al contorno. Modulo 2 – Fondamenti di antenne (Settimane 2-3 – Impegno di 25 ore) Potenziali elettrodinamici. Funzione di Green: funzione di Green per lo spazio libero. Radiazione da una distribuzione arbitraria di corrente. Radiazione da antenne elementari. Caratteristiche elettriche e radiative delle antenne. Area efficace e temperatura di rumore di un'antenna. Separazione tra le regioni di campo. Formula di Friis. Cenni sulle principali tipologie di antenne. Modulo 3 – Antenne riceventi e rumore (Settimana 4 – Impegno di 20 ore) Potenza ricevuta da un'antenna in condizione di adattamento di polarizzazione. Potenza ricevuta da un'antenna in condizione di disadattamento di polarizzazione. Rumore d'antenna. Modulo 4 – Propagazione in spazio libero (Settimana 5 – Impegno di 20 ore) Campo in zona lontana. Formula di Friis. Equazione radar. Modulo 5 – Introduzione ai sistemi a microonde (Settimana 6 – Impegno di 25 ore) Temperatura di rumore e rumore di fondo. Sistemi di comunicazione wireless. Architettura di un ricevitore radio. Modulazione digitale e bit error rate. Sistemi radar. Sistemi radiometrici. Propagazione a microonde. Riscaldamento a microonde. Modulo 6 – Software di simulazione elettromagnetica (CST) (Settimana 6 – Impegno di 20 ore) Introduzione alla simulazione elettromagnetica. Processo generico di simulazione elettromagnetica. Principali software di simulazione elettromagnetica. Utilizzo del software CST Microwave Studio.

Materiali di studio	MATERIALI DIDATTICI A CURA DEL DOCENTE Il materiale didattico presente in piattaforma è suddiviso in 6 moduli. Essi ricoprono interamente il programma e ciascuno di essi contiene dispense, esercitazioni, slide, videolezioni in cui il docente commenta le slide. Tale materiale contiene tutti gli strumenti necessari per affrontare lo studio della materia. Testi consigliati: • David M. Pozar, “Microwave and RF Design of Wireless Systems”, John Wiley & Sons, Inc. • Kai Chang, “RF and Microwave Wireless Systems”, John Wiley & Sons, Inc. • Aldo Paraboni e Michele D’Amico, “Radiopropagazione”, McGraw-Hill Education Italy.
Modalità di valutazione	L’esame consiste di norma nello svolgimento di una prova scritta tendente ad accertare le capacità di analisi e rielaborazione dei concetti acquisiti. La prova scritta prevede 2 esercizi numerici e 2 domande di teoria da svolgere in 90 minuti. Ognuno dei quesiti ha un punteggio massimo di 7.5 punti. Gli esercizi presenti nelle prove d'esame riguarderanno i moduli per cui sono presenti esercizi in piattaforma (caricati come file singolo all'interno del modulo corrispondente). Lo studente che deve sostenere l’esame sull’intero programma da 6 CFU potrà scegliere, indicando in sede d’esame la sua scelta, di svolgere l’esame attraverso DUE ESAMI PARZIALI (si veda fac-simile compito caricato in piattaforma). • L’esame parziale 1 (3 CFU) riguarderà i seguenti moduli: Modulo 1, Modulo 2, Modulo 3. L’esame parziale 1 sarà valutato fino ad un massimo di 15 punti. • L’esame parziale 2 (3 CFU) riguarderà i seguenti moduli: Modulo 4, Modulo 5, Modulo 6. L’esame parziale 2 sarà valutato fino ad un massimo di 15 punti.
Criteri per l’assegnazione dell’elaborato finale	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.