



Insegnamento	Tecnologie per i sistemi wireless
Livello e corso di studio	Laurea in Ingegneria Elettronica e Informatica (L8)
Settore scientifico disciplinare (SSD)	ING-INF/02
Anno di corso	L8 – 3° anno A.A. 2024-2025
Numero totale di crediti	6 CFU
Propedeuticità	Campi elettromagnetici. Propagazione guidata e circuiti a microonde.
Docente	Prof.ssa Michela Longhi https://ricerca.unicusano.it/author/michela-longhi/ email: michela.longhi@unicusano.it Orario di ricevimento: mandare una mail per concordare giorno e ora del ricevimento
Presentazione	<p>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 fornite 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.</p> <p>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.</p>
Obiettivi formativi	<p>L'insegnamento di Tecnologie per i sistemi wireless si propone di:</p> <ol style="list-style-type: none">1. Illustrare i principali sistemi di comunicazione wireless e le relative specificità2. Descrivere le tecnologie abilitanti per i moderni sistemi wireless3. Descrivere le problematiche di rumore e distorsione nei sistemi wireless4. Illustrare i fondamenti della teoria delle antenne e della radiopropagazione5. Illustrare i principali sistemi a microonde, il loro funzionamento, e i relativi criteri di progetto
Prerequisiti	<p>Conoscenza dei fondamenti dell'analisi matematica e delle funzioni vettoriali a più variabili.</p> <p>Conoscenza delle proprietà fondamentali del campo elettrostatico, magnetostatico ed elettromagnetico.</p>



	<p>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.</p>
Risultati di apprendimento attesi	<p><u>Conoscenza e capacità di comprensione (knowledge and understanding)</u> 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.</p> <p><u>Conoscenze e capacità di comprensione applicate (applying knowledge and understanding)</u> Al termine dell'insegnamento, lo studente avrà sviluppato capacità di analisi e sintesi di un sistema di comunicazione wireless e dei relativi scenari propagativi.</p> <p><u>Autonomia di giudizio (making judgements)</u> 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.</p> <p><u>Abilità comunicative (communication skills)</u> 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.</p> <p><u>Capacità di apprendere (learning skills)</u> 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.</p>
Organizzazione dell'insegnamento	<p>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.</p> <p>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.</p>



Il Corso di Tecnologie per i sistemi wireless prevede **6 crediti formativi (CFU)**. Il carico totale di studio per questo modulo di insegnamento è compreso tra 150 e 160 ore 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)



	<p>(Settimana 6 – Impegno di 20 ore)</p> <p>Introduzione alla simulazione elettromagnetica. Processo generico di simulazione elettromagnetica. Principali software di simulazione elettromagnetica. Utilizzo del software CST Microwave Studio.</p>
Materiali di studio	<p>Materiali didattici a cura del docente.</p> <p>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.</p> <p>Testi consigliati:</p> <ul style="list-style-type: none">• 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 verifica dell’apprendimento	<p>L’esame consiste di norma nello svolgimento di una prova scritta tendente ad accertare le capacità di analisi e rielaborazione dei concetti acquisiti.</p> <p>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.</p> <p>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).</p> <p>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).</p> <ul style="list-style-type: none">• 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	<p>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.</p>